



TUGAS AKHIR - RF141501

IDENTIFIKASI INTRUSI AIR LAUT PADA AIR TANAH
MENGUNAKAN METODE *RESISTIVITAS 2D* DI DAERAH
SURABAYA TIMUR

RIZKY RAHMADI WARDHANA
NRP - 3712 100 005

Dosen Pembimbing

Dr. Dwa Desa Warnana
NIP. 19760123 200003 1001

Dr. Ir. Amien Widodo, M.S
NIP. 19591010 198803 1002

JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN



TUGAS AKHIR - RF141501

**IDENTIFIKASI INTRUSI AIR LAUT PADA AIR TANAH
MENGUNAKAN METODE RESISTIVITAS 2D DI DAERAH
SURABAYA TIMUR**

RIZKY RAHMADI WARDHANA

NRP. 3712100005

Dosen Pembimbing:

Dr. Dwa Desa Warnana
NIP. 19760123 200003 1001

Dr. Ir. Amien Widodo, M.S
NIP. 19591010 198803 1002

JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN



FINAL PROJECT - RF141501

IDENTIFICATION SEA WATER INTRUSION ON GROUNDWATER USING METHODS RESISTIVITY 2D IN EAST SURABAYA AREA

RIZKY RAHMADI WARDHANA

NRP. 3712100005

Advisor Lecturer:

Dr. Dwa Desa Warnana
NIP. 19760123 200003 1001

Dr. Ir. Amien Widodo, M.S
NIP. 19591010 198803 1002

Geophysical Engineering Department
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

**IDENTIFIKASI INTRUSI AIR LAUT PADA AIR
TANAH MENGGUNAKAN METODE RESISTIVITY
2D DI DAERAH SURABAYA TIMUR**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
Untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Jurusan Teknik Geofisika
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya, 18 Januari 2017

Menyetujui:

Dosen Pembimbing 1,

Dr. Dwi Desi Warnana
NIP. 19760123 200003 1001

Dosen Pembimbing 2,

Dr. Ir. Amien Widodo M.S
NIP. 19591010 198803 1002

Mengetahui:

Kepala Laboratorium
Teknik dan Lingkungan Teknik Geofisika

Dr. Ir. Amien Widodo M.S
NIP. 19591010 198803 1002

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan “**Identifikasi Intrusi Air Laut Pada Air Tanah Menggunakan Metode Resistivitas 2D Studi Kasus Daerah Surabaya Timur**” adalah benar benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 18 Januari 2017

Rizky Rahmadi Wardhana
NRP. 3712100005

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

IDENTIFIKASI INTRUSI AIR LAUT PADA AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE RESISTIVITAS 2D DI DAERAH SURABAYA TIMUR

Nama : Rizky Rahmadi Wardhana
NRP : 3712100005
Jurusan : Teknik Geofisika
Pembimbing : Dr. Dwa Desa Warnana
Dr. Ir. Amien Widodo, M.S

ABSTRAK

Kawasan Surabaya Timur telah mengalami intrusi air laut dan berdampak pada akuifer air tanah sehingga memiliki kualitas air dengan adanya kadar garam yang terdapat pada sumur penduduk sekitar. Masalah adanya dugaan intrusi air laut ini telah diidentifikasi dengan menggunakan metode geolistrik dengan menggunakan konfigurasi *wenner-schlumberger* yang terletak di kawasan Surabaya Timur yang bertujuan untuk mengidentifikasi adanya intrusi air laut. Pengambilan data telah dilakukan pada kawasan Surabaya Timur saja. Data sumur juga dilakukan pengambilan sampel untuk mendapatkan hasil parameter air berupa elevasi muka air tanah, Salinitas, TDS, pH, dan Konduktivitas. Akuisisi data geolistrik dilakukan pada 3 titik lokasi yaitu Sutorejo, Klampis, dan ITS dengan menggunakan metode Resistivitas 2D dan *Induced Polarization*. Tahapan dari pengolahan data menggunakan perangkat lunak *Res2Dinv*. Berdasarkan hasil interpretasi pada daerah penelitian Sutorejo, pada kedalaman 0.6-3,5 meter atau pada perlapisan paling atas diduga terjadi intrusi air laut dengan nilai resistivitas 0.734-6.31 ohm.m yang terdapat pada bagian tengah hingga Timur Laut. Dugaan ini juga didukung dari hasil penelitian dari metode *Induced Polarization* yang menunjukkan nilai 0.202 msec pada kedalaman 0.6-3.5 meter.

Kata Kunci : Intrusi Air Laut, Resistivitas, *Induced Polarization*, Akuifer, Surabaya Timur

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

IDENTIFICATION SEA WATER INTRUSION IN GROUNDWATER USING METHODS RESISTIVITY 2D CASE STUDY IN EAST SURABAYA

Name : Rizky Rahmadi Wardhana
NRP : 3712100005
Department : Teknik Geofisika
Lecturer : Dr. Dwa Desa Warnana
Dr. Ir. Amien Widodo, M.S

ABSTRACT

East part of Surabaya City had seawater intrusion and had impact for ground water aquifer, then for those reason, Surabaya has bad quality of groundwater that contains unusual salinity. To investigate this cases, researcher use Electrical Resisitivity Method with *Wenner-Schlumberger* configuration to indicate salinity trouble in East Surabaya. Observation data have been collected with some parameters, such as ground water level, salinity, pH, TDS (Total Dissolve Solid), and conductivity. Acquisition in this research took in 3 places, those places located in Sutorejo, Klampis and ITS Campus with 2D Resistivity Method and Inducted Polarization. Step for processing data in it are using RES2DINV software. From interpretation section in Sutorejo case, at depth of 0.6-3.5m or the upper layer is expected for seawater intrusion with resisitivity range from 0.734 – 6.32 Ohm.m at middle part to northeast part of resisitivity section. This interpretation are also supported by the results of research from the Induced Polarization method that showed the value of 0.202 msec at a depth of 0.6-3.5 meters.

Keywords : Sea Water Intrusion, Resistivity, IP, Aquifer, East Surabaya

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

Kata Pengantar

Puji dan syukur kepada Allah SWT karena atas rahmat-Nya sehingga laporan Tugas Akhir yang dilaksanakan di Surabaya yang berjudul “Identifikasi Intrusi Air Laut Pada Air Tanah Menggunakan Metode Resistivity 2D Studi Kasus Daerah Surabaya Timur” ini dapat terselesaikan.

Pelaksanaan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungan berbagai pihak. Pada kesempatan ini, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Papa, Mama, Mbak Ratih, dan Mbak Tia serta semua keluarga atas dukungan yang sangat besar selama penulis menjalani Tugas Akhir ini.
2. Hanni yang juga memberikan semangat serta dukungan dalam menjalani Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Widya Utama, DEA selaku ketua jurusan Teknik Geofisika ITS.
4. Bapak Dr. Dwa Desa Warnana dan Bapak Dr. Ir. Amien Widodo, M.S, selaku pembimbing di perguruan tinggi yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
5. Bagas, Agam, Fauzan, Bagas, Zaki, Imam, Pegri, Satrio, Fikri yang telah membantu dalam pengambilan data Resistivity 2D di lapangan.
6. Dosen Departemen Teknik Geofisika ITS yang telah banyak memberikan ilmu selama penulis melakukan studi di Departemen Teknik Geofisika ITS.
7. Staf Departemen Teknik Geofisika ITS, atas bantuan teknis yang penulis dapatkan selama menjadi mahasiswa Teknik Geofisika ITS.
8. Teman-teman Teknik Geofisika ITS angkatan 2012 .
9. Mahasiswa Teknik Geofisika ITS yang telah menjadi bagian penulis selama kuliah di Jurusan Teknik Geofisika ITS.
10. Semua pihak yang tidak dapat dituliskan satu per satu oleh penulis, terima kasih banyak atas doa dan dukungannya.

Semoga Allah membalas semua kebaikan semua pihak diatas dengan sebaik- baiknya balas. Penulis menyadari tentunya penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi penulis pribadi maupun bagi pembaca.

Surabaya, 18 Januari 2017

Penulis

Rizky Rahmadi Wardhana
NRP 3712100005

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ix
ABSTRAK.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
Kata Pengantar	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Batasan Masalah Penelitian.....	2
1.4 Manfaat	3
BAB II DASAR TEORI	5
2.1. Air Tanah	5
2.2 Intrusi Air Laut.....	7
2.3 Geologi Surabaya	8
2.4 Air Tanah Kota Surabaya.....	11
2.5 Parameter Kualitas Air Tanah	13
2.5.1 pH (Tingkat Keasaman)	13
2.5.2 Salinitas.....	13
2.5.3 TDS (Total Dissolve Solid).....	14
2.5.4 Konduktivitas	15
2.5.5 Oxidation – Reduction Potential (ORP)	16
2.6 Teori Dasar Resistivitas	16
2.7 Penelitian Terdahulu	21

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1. Alur Penelitian	25
3.2. Peralatan dan Akuisisi Data	27
3.2.1 Peralatan	27
3.2.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	30
BAB IV HASIL DAN ANALISA	33
4.1 Persiapan Data	33
4.1.1 Data Geolistrik	33
4.1.2 Data Sumur	35
4.2 Tahapan Pengolahan	38
4.2.1 Pengolahan Dan Analisis Data Sumur	38
4.2.2 Parameter Kualitas Air Tanah	39
4.2.3 Parameter Inversi Res2Dinv	45
4.3 Analisa Dan Pembahasan Resistivitas 2D dan I	46
4.3.1 Lokasi Pertama Daerah Penelitian Sutorejo	46
4.3.2 Lokasi Kedua Daerah Penelitian Klampis	52
4.3.3 Lokasi Ketiga Daerah Penelitian Hidrodinamika ITS	56
BAB V KESIPULAN DAN SARAN	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	65
BIOGRAFI PENULIS	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Akuifer Air Tanah	5
Gambar 2. 2 Hubungan Antara Air Tawar Dengan Air Asin.....	7
Gambar 2. 3 Peta Geologi Kota Surabaya (Bapekko Surabaya)	10
Gambar 2. 4 Peta Elevasi Kedalaman Muka Air Tanah Kota Surabaya (PUSLIT-KLH ITS dengan Bapedda, 1999).....	11
Gambar 2. 5 Dua elektroda arus dan dua elektroda potensial pada permukaan homogen isotropis dengan tahanan jenis ρ (Bahri, 2005)...	18
Gambar 2. 6 Bentuk Konfigurasi Wenner-Schlumberger beserta faktor geometri k	18
Gambar 2. 7 Pengaturan Elektroda Konfigurasi Wenner-Schlumberger	18
Gambar 2. 8 Pencitraan 2D Tahanan Jenis Bawah Permukaan.....	21
Gambar 2. 9 Salah satu hasil penampang resistivitas 2D Pantai Teleng Ria.....	22
Gambar 2. 10 Hasil salah satu penampang resistivitas 2D lokasi Kecamatan Pantai Cermin.....	23
Gambar 3. 1 Alat Resistivity meter	27
Gambar 3. 2 Alat Uji Kualitas Air	28
Gambar 3. 3 Alat Water Sampler	29
Gambar 3. 4 Daerah Yang Dilakukan Penelitian Sumur dan Akuisisi Geolistrik.....	31
Gambar 4. 1 Desain Akuisisi	34
Gambar 4. 2 Lokasi Pengukuran Sumur	37
Gambar 4. 3 Kontur TDS	39
Gambar 4. 4 Kontur Salinitas Air Tanah.....	40
Gambar 4. 5 Pengelompokan Kontur Salinitas Air Tanah	41

Gambar 4. 6 Kontur Muka Air Tanah	42
Gambar 4. 7 Kontur Arah Aliran Air Tanah	43
Gambar 4. 8 <i>Slicing</i> kontur elevasi muka air tanah.....	44
Gambar 4. 9 Penampang Ghyben-Herzberg dari hasil slicing	45
Gambar 4. 10 Lokasi Akuisisi Geolistrik Daerah Sutorejo	47
Gambar 4. 11 Hasil Penampang IP Lokasi 1 Sutorejo	50
Gambar 4. 12 Hasil Penampang Resistivity 2D Lokasi Sutorejo.....	51
Gambar 4. 13 Lokasi Akuisisi Geolistrik Daerah Klampis	52
Gambar 4. 14 Hasil Penampang Resistivitas 2D Lokasi Klampis	54
Gambar 4. 15 Hasil Penampang Chargeability Lokasi 2 Klampis	55
Gambar 4. 16 Lokasi Akuisisi Geolistrik Daerah Hidrodinamika ITS .	56
Gambar 4. 17 Hasil Penampang Resistivity Lokasi 3 Hidrodinamika ITS	58
Gambar 4. 18 Hasil Penampang IP Lokasi 3 Hidrodinamika ITS.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai Salinitas dalam berbagai jenis air	14
Tabel 2. 2 Tabel Kualitas TDS air (Permenkes RI. No.416/Menkes/Per/IX/1990tentang syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air yaitu Mikrobiologi, fisik, kimia, dan radioaktif).	15
Tabel 2. 3 Nilai Resistivitas	20
Tabel 4. 1 Data Pengukuran Geolistrik	34
Tabel 4. 2 Informasi Koordinat Data Sumur	36
Tabel 4. 3 Kualitas Sampel Air Sumur	38
Tabel 4. 4 Tabel Parameter Inversi	45
Tabel 4. 5 Interpretasi Data 1 Sutorejo	47
Tabel 4. 6 Interpretasi Data Lokasi 2 Klampis.....	53
Tabel 4. 7 Interpretasi Data 3 Lokasi Hidrodinamika ITS	57

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air tanah merupakan suatu sumber alam yang dapat diperbarui yang bersifat terbatas dan perlu peran sangat penting dalam penyediaan air bersih untuk berbagai keperluan. Penggunaan dari air tanah sebagai sarana kehidupan lambat laun semakin meningkat baik guna kebutuhan industri maupun untuk kebutuhan rumah tangga. Adanya penyedotan air tanah yang terus menerus tanpa memperhitungkan daya dukung dari lingkungannya yang menyebabkan permukaan air tanah melebihi daya produksi dari suatu akuifer, yang juga merupakan formasi dari pengikat air yang juga memungkinkan air cukup besar untuk bergerak. Dimana hal ini dapat menimbulkan terjadinya intrusi air laut terhadap sumber air bawah tanah (Kodoatie, J.R, 1996).

Pada tahun 1830, eksperimen dengan dilakukan Robert W. Fox dengan arus alam yang berhubungan dengan endapan inti sulfida di Cornwall, Inggris. Sampai beberapa dekade berikutnya, para kalangan ahli tetap menggunakan metoda yang sama halnya seperti yang dilakukan oleh Robert. Pada tahun 1990-an seorang ilmuwan yang berasal dari Perancis, Conrad Schlumberger serta ilmuwan yang berasal dari Amerika Serikat, Frank Wenner, telah berhasil melakukan investigasi bawah permukaan tanah dengan metoda mengukur beda potensial yang terletak di antara dua buah elektroda potensial dimana hal ini di akibatkan arus yang diberikan pada permukaan tanah. Setelah itu, metoda yang telah diterapkan dikenal dengan Metoda Tahanan Jenis Arus-Searah (*Direct-current resistivity*).

Metoda eksplorasi yang paling sedikit dalam membutuhkan pembiayaan yaitu metoda geolistrik, dibandingkan dengan metoda eksplorasi yang lain. Dilain sisi dalam hal biaya yang terjangkau, hasil yang diperoleh juga cukup akurat, karena itulah metoda ini sangat banyak digunakan. Contoh penerapan pada metoda geolistrik antara lain Eksplorasi Panas Bumi, Hidrologi, Eksplorasi Mineral, Geofisika Lingkungan, Geofisika Teknik, dll.

Metode resistivitas yaitu adalah metode yang digunakan untuk memetakan variasi harga tahanan jenis semu batuan (*apparent resistivity*)

bawah permukaan yang mencerminkan adanya perbedaan jenis lapisan batuan. Dengan cara mengalirkan arus listrik kedalam bumi melalui dua buah elektroda arus, kemudian diukur pada potensial yang ditimbulkan oleh adanya injeksi arus tersebut pada dua buah elektroda potensial, maka akan diperoleh harga tahanan jenis semu berdasarkan susunan elektroda yang telah dipakai.

Nilai resistivitas yang telah dihitung bukanlah nilai resistivitas bawah permukaan yang sebenarnya, tetapi merupakan nilai yang berasal dari resistivitas bumi yang dianggap homogen yang memberikan nilai resistansi yang sama untuk susunan elektroda yang sama. Hubungan antara resistivitas semu dan resistivitas sebenarnya sangatlah kompleks (Loke, 2000), sehingga untuk dapat menentukan nilai resistivitas bawah permukaan yang sebenarnya diperlukan perhitungan secara inversi dengan menggunakan bantuan computer berupa software. Nilai dari tahanan jenis semu yang terukur dipengaruhi oleh adanya perbedaan harga tahanan jenis masing-masing lapisan batuan bawah permukaan.

1.2 Tujuan

Tujuan dari dilakukannya tugas akhir ini yaitu:

1. Mendeteksi adanya intrusi air laut pada daerah sekitar Kota Surabaya Timur.
2. Mencari nilai resistivitas pada lapisan tanah yang diduga terkena intrusi air laut.
3. Mengetahui kedalaman letak lapisan akuifer air tanah dan korelasinya dengan pengukuran kualitas pada air tanah yang nantinya dapat mengetahui adanya intrusi air laut di daerah Surabaya, Jawa Timur

1.3 Batasan Masalah Penelitian

Batasan masalah yang akan diselesaikan dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan penulis dengan adanya pengukuran Resistivity 2D dengan konfigurasi Wenner-Schlumberger langsung di lapangan.
2. Penulis melakukan prosesing serta interpretasi hasil dari penampang tahanan jenis. Serta melakukan korelasi dengan masing-masing data air sumur.

1.4 Manfaat

Manfaat yang didapatkan dari Tugas Akhir ini antara lain adalah:

1. Memperoleh nilai resistivitas pada bawah permukaan hingga mendapatkan dugaan zona intrusi air laut.
2. Dapat mengetahui persebaran akuifer air tanah yang terkena dampak intrusi air laut.

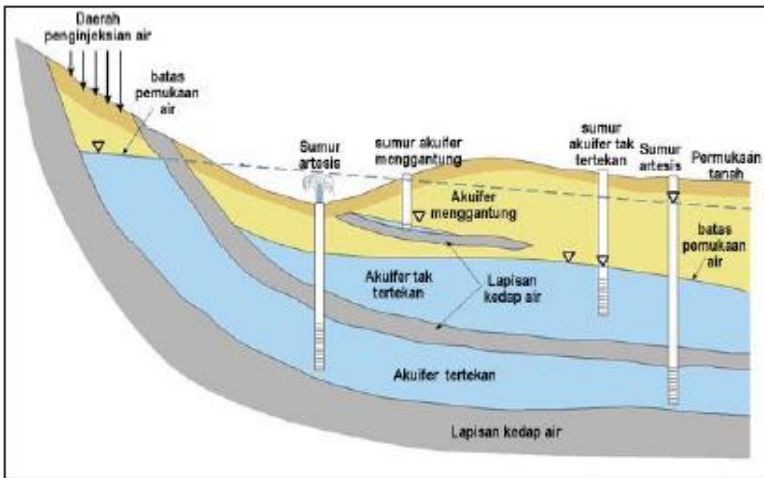
HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Air Tanah

Air tanah merupakan air yang bergerak di dalam tanah yang terdapat di dalam ruang-ruang antara butir-butir tanah dan di dalam retak-retak batuan yang disebut juga sebagai air celah atau *fissure water*. Air yang mengisi pori lapisan bumi yang berada di bawah *water table* biasanya disebut air tanah (Sosrodarsono dan Takeda, 1993). Lalu juga terdapat akuiklude yang merupakan batuan yang mampu menampung air, namun perbedaannya dengan akuifer adalah akuiklude tidak dapat mengalirkan air dalam jumlah yang banyak. Contoh dari susunan akuiklude seperti shale, clay, silt dan tuff halus.



Gambar 2. 1 Akuifer Air Tanah

Berdasarkan litologinya, akuifer memiliki beberapa jenis yaitu seperti akuifer bebas (*unconfined*), akuifer tertekan (*confined*), akuifer bocor (*leakage*), dan akuifer menggantung (*perched*). Akuifer bebas adalah akuifer dengan muka air tanah yang memiliki bentuk bidang batas sebelah atas dari zona jenuh air. Lalu untuk akuifer tertekan yaitu akuifer

yang air tanahnya terletak di bawah lapisan yang kedap air atau lapisan *non-permeable* dan mempunyai tekanan yang lebih besar dari atmosfer. Selanjutnya adalah akuifer bocor yang merupakan akuifer dimana air tanahnya terletak di bawah lapisan setengah kedap air atau *semi-permeable*, akuifer ini terletak antara akuifer bebas dan akuifer tertekan. Selanjutnya, akuifer menggantung merupakan akuifer yang air tanahnya mempunyai massa air tanah terpisah dari air tanah induk. Hal ini dipisahkan oleh lapisan *permeable* namun tidak luas.

Air, dengan adanya gaya gravitasi yang mempengaruhi sehingga selalu bergerak ke bawah sampai terserap ke dalam tanah hingga tanah dan lingkungan di sekitarnya tersaturasi oleh air. Batas garis dimana lapisan yang tersaturasi dan lapisan yang tidak tersaturasi bertemu dinamakan table air (*water table*). Titik pada *water table* ini yang akan menjadikan patokan kedalaman minimal bagi sumur untuk dapat memompa air menuju permukaan.

Lalu kemampuan tanah untuk menahan air juga bergantung pada porositas dan permeabilitas dari tanah itu sendiri. Porositas adalah jumlah pori yang terdapat pada suatu materi (dalam kasus ini adalah tanah). Terdapat banyak batuan berpori yang memiliki ruang kosong kecil namun tidak dihitung yang mampu menahan air. Beberapa contohnya batu pasir, batu gamping dan gravel. Sementara itu, permeabilitas adalah bagaimana ruang kosong tadi terhubung dengan tanah. Dalam hal ini, semua bergantung pada kemampuan air yang bergerak pada tanah.

Air Tanah Dangkal

Air tanah merupakan sumber dari air tawar yang terbesar di planet bumi, yang mencakup sekitar 24% dari total air tawar atau 10,5 juta km³. Pada zaman sekarang, pemanfaatan air tanah meningkat dengan cepat, bahkan terletak pada beberapa tempat tingkatan eksploitasinya dari susah hingga berbahaya. Air tanah biasanya diambil untuk digunakan sebagai air bersih ataupun irigasi.

Air tanah yang dangkal diakibatkan terjadi karena daya pemrosesan serapan air dari permukaan tanah. Air tanah akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia seperti garam-garam yang terlarut karena melalui lapisan tanah yang memiliki unsur kimia tertentu untuk masing-masing lapisan tanah. Lapisan tanah yang dimaksud disini

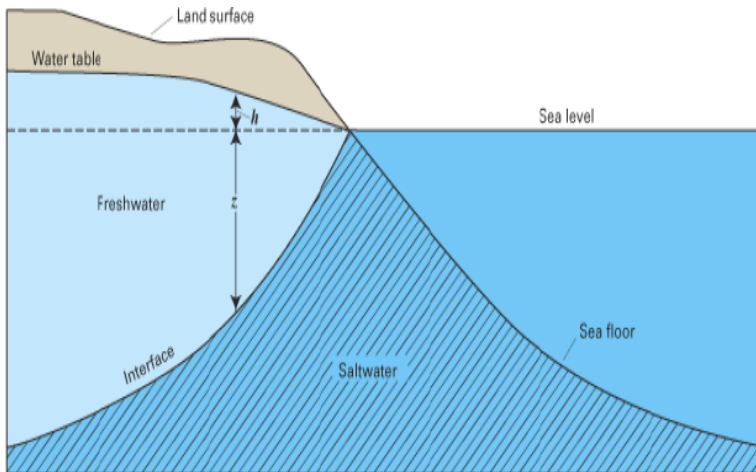
berfungsi sebagai *filter*. Disebut air tanah dangkal jika kedalaman maksimal mencapai 15 meter (Sutrisno, 2002).

2.2 Intrusi Air Laut

Intrusi atau penyusupan air asin ke dalam akuifer di daratan pada dasarnya adalah proses masuknya air laut di bawah permukaan tanah melalui akuifer di daratan atau daerah pantai.

Apabila keseimbangan hidrostatik antara air bawah tanah tawar dan air bawah tanah asin di daerah pantai terganggu, maka akan terjadi pergerakan air bawah tanah asin/air laut ke arah darat dan terjadilah intrusi air laut.

Air bawah tanah yang sebelumnya layak digunakan untuk air



Gambar 2. 2 Hubungan Antara Air Tawar Dengan Air Asin

minum, karena adanya intrusi air laut, maka terjadi degradasi mutu, sehingga tidak layak untuk digunakan sebagai air minum. Penyusupan air asin ini terjadi antara lain disebabkan oleh:

- Penurunan muka air bawah tanah atau bidang pisometrik di daerah pantai.
- Pemompaan air bawah tanah yang berlebihan di daerah pantai.

- Masuknya air laut ke daratan melalui sungai, kanal, saluran, rawa, atau cekungan lainnya.

Gambar 2.2 menunjukkan hubungan Ghyben-Herzberg, dalam persamaan:

$$z = \frac{\rho_f}{\rho_s - \rho_f} h \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

ρ_f = densitas air tawar

ρ_s = densitas air asin

Lalu persamaan diatas bisa ditulis sebagai berikut:

$$z = 40h \dots \dots \dots (2)$$

Salam (2011) memberikan anggapan bahwa kedalaman batas (*interface*) air tawar dan air asin adalah sekitar 40 kali ketinggian muka air tanah dari muka air laut. Kedalaman bidang temu ini bergantung pada kedudukan paras air tanah yang tawar yang telah dihitung dari air laut.

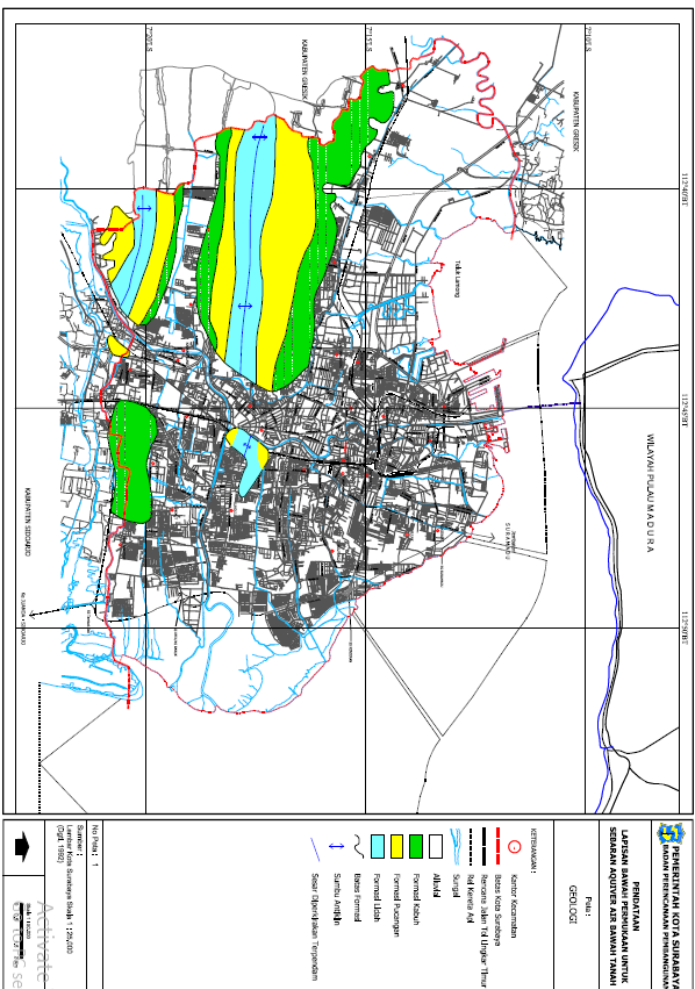
Pada kondisi normal air laut tidak dapat masuk jauh ke daratan sebab air tanah memiliki *piezometric* yang menekan lebih kuat dibandingkan air laut, sehingga terbentuklah *interface* yang menekan lebih kuat dari air laut. Keadaan ini merupakan keadaan kesetimbangan antara air laut dan air tanah. Tapi ketika air laut memiliki berat jenis yang lebih besar dari air tawar, hal ini akan mengakibatkan air laut terus mendesak air tanah hingga semakin masuk ke hulu sehingga terjadi intrusi air laut. Untuk mengetahui keberadaan air tanah maupun adanya intrusi air laut di bawah permukaan tanah dapat dilakukan dengan metode *resistivity*.

2.3 Geologi Surabaya

Wilayah Surabaya secara fisiografi regional Jawa Timur merupakan bagian dari Dataran Pantai Utara dan Zona Rembang. Dataran Pantai Utara dicirikan dengan memiliki kemiringan hampir nol, yang tersusun oleh endapan pantai dan sungai berukuran lanau hingga lempung. Dataran Pantai Utara ini terletak pada bagian utara dan timur wilayah Surabaya. Sebagian besar tanah di Surabaya merupakan tanah

alluvial. Lalu juga terdapat beberapa formasi seperti formasi Lidah, Pucangan, dan Kabuh.

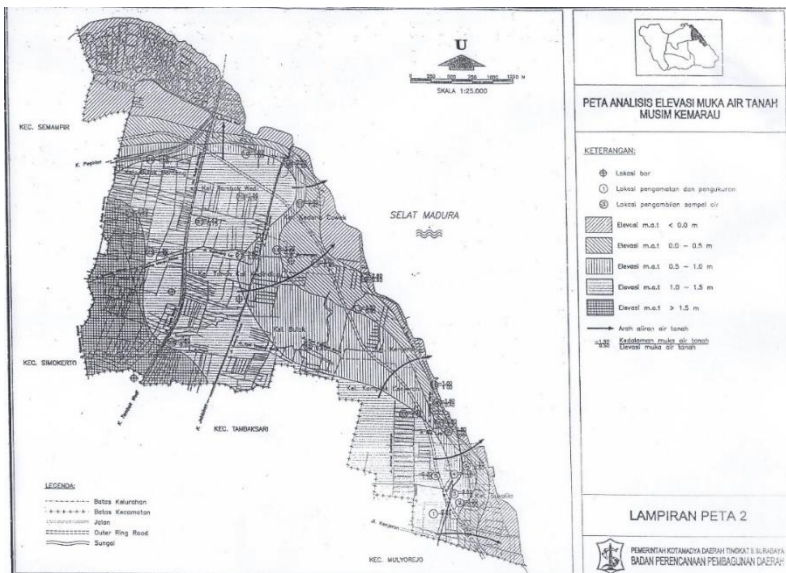
- Endapan Alluvial
Endapan ini tersebar dari arah utara, selatan, dan timur kota Surabaya. Endapan ini tersusun atas material rombakan yang berupa kerakal dan lempung berwarna abu-abu tua. Endapan ini adalah endapan yang dihasilkan dari sedimen-sedimen aliran sungai. Dan juga pada beberapa wilayah juga dijumpai pecahan-pecahan dari cangkang fosil.
- Formasi Pucangan
Batuan pada formasi ini menyebar di daerah surabay yang meliputi kawasan Sawahan, Tandes, Wiyung, Lakarsantri, Karangpilang, dan Gubeng. Formasi ini memiliki ketebalan yang berkisar antara 61-480 m. Bagian bawah dari formasi ini biasanya dijumpai batu pasir tufaan berlapis baik dan batu lempung, serta plankton. Pada bagian atasnya terdiri dari batupasir baik, berstruktur perairan dan silang siur.
- Formasi Lidah
Formasi ini meliputi kawasan Wonokromo, Dukuh Pakis, Lakarsantri, Wiyung dan Karangpilang. Formasi ini terdiri dari batu lempung abu-abu, batu lempung biru, batupasir moluska.
- Formasi Kabuh
Daerah yang terdapat formasi ini yaitu Wonocolo, Tenggilis, Rungkut, Benowo, dan Tandes. Formasi ini terletak diatas formasi Pucangan yang tersusun atas batupasir kerikilan yang terbentuk dari material non vulkanik seperti kuarsa, tuff dan mengandung fosil Moluska air tawar serta fosil-fosil vertebrata.



Gambar 2. 3 Peta Geologi Kota Surabaya (Bapekko Surabaya)

2.4 Air Tanah Kota Surabaya

Kota Surabaya memiliki dua recharge area yang berasal dari pegunungan lipatan yang berasal dari formasi pucangan dan pegunungan vulkanik. Letak dari pertemuan kedua arah aliran ini terdapat pada sekitaran Kali Rawa wilayah Surabaya Barat. Wilayah Surabaya telah mengalami intrusi air laut yang menyebabkan kadar garam yang sudah tidak sesuai standar menyebar pada akuifer air tanah. Hal ini terjadi diduga karena pemanfaatan air tanah yang terlalu berlebihan tanpa adanya *feedback* sehingga terdapat pengaruh pada kondisi air tanah yang mengakibatkan terjadinya intrusi air laut.



Gambar 2. 5 Peta Elevasi Kedalaman Muka Air Tanah Kota Surabaya (PUSLIT-KLH ITS dengan Bapedda, 1999)

Umumnya hal ini banyak terjadi pada daerah yang lokasinya berdekatan dengan pantai. Air tanah di kota Surabaya dibedakan menjadi 5 zona, yaitu:

1. Zona air tawar sedang

Terletak di perbatasan Kecamatan Sawahan dan Kecamatan Sukomanunggal berada di sebela timur jalan tol menuju perak.

2. Zona air tawar potensi rendah, dibagi menjadi dua:
 - Zona air tawar wilayah perbukitan
Sebagian besar terletak di Kecamatan Lakarsantri bagian utara, sebagian Kecamatan Sukomanunggal, Kecamatan Dukuh Pakis sampai perbatasan Kecamatan Sawahan. Daerah ini merupakan daerah *recharge area* yang tersusun atas lempung yang bercampur dengan material gunung api.
 - Zona air tawar wilayah daratan
Zona ini memiliki debit air tanah yang rendah, sehingga disarankan untuk kebutuhan air minum atau pemukiman. Terletak pada wilayah Surabaya Selatan dan Surabaya Pusat, namun tidak pada wilayah Wonokromo dan Wonocolo bagian timur karena telah mengalami intrusi air laut, bagian selatan dari Kecamatan Wonocolo, Tenggilis, dan Gayungan. Air tawar di wilayah Surabaya Timur telah tersebar di Sukolilo Barat, Gubeng bagian Barat, dan Tambaksari Barat.
3. Zona air tanah payau sedang
Daerah ini memiliki air tanah yang sedang mengalami intrusi air laut. Terletak pada wilayah Kecamatan Sukomanunggal Utara, sebagian Kecamatan Benowo, dan Tandes.
4. Zona air tanah payau rendah
Zona ini terletak di wilayah Surabaya Utara, sebagian Surabaya Selatan, dan lereng perbukitan Surabaya Barat. Hal ini menunjukkan bahwa intrusi air laut sudah menyebar pada zona *recharge area*.
5. Zona air tanah asin
Zona ini terletak di Kawasan Industri yang meliputi daerah perbatasan Kecamatan Sukomanunggal dan Tandes bagian utara, perbatasan Tandes dan Kecamatan Benowo, daerah Benowo barat sampai perbatasan Kabupaten Gresik dan kawasan Rungkut bagian timur.

2.5 Parameter Kualitas Air Tanah

2.5.1 pH (Tingkat Keasaman)

Harga pH dalam air menunjukkan besarnya konsentrasi ion hydrogen dalam air. pH merupakan tingkatan asam basa dalam suatu larutan yang diukur dengan menggunakan skala 0-14. Tinggi rendahnya pH pada air sangat dipengaruhi oleh kandungan mineral lain yang terdapat dalam air. pH air standar ialah 6,5 hingga 8,5. Air dibawah 6,5 disebut asam, sedangkan diatas 8,5 disebut basa. Air tanah yang baik haruslah mempunyai nilai pH diantara 7. Tinggi rendahnya air tidak berpengaruh pada kesehatan, namun apabila nilai pH terlalu rendah akan menimbulkan korosi. Dan apabila pH diatas 8,5 akan menimbulkan endapan (kerak).

2.5.2 Salinitas

Salinitas pada tanah adalah kandungan garam yang berada di tanah. Proses peningkatan kadar garam disebut dengan salinasi. Garam adalah senyawa alami yang berada di tanah dan air. Salinasi dapat disebabkan oleh proses alami seperti pencucian mineral atau penarikan deposit garam dari lautan. Salinasi juga bisa terjadi karena aktivitas manusia seperti irigasi

Salinitas adalah baik dinyatakan dalam garam perkilogram air, atau dalam bagian per seribu (ppt atau %). Sebagai contoh, jika anda memiliki 1 gram garam, dan 1.000 gram air, salinitas yang didapatkan adalah sebesar 1 g/kg, atau 1 ppt. air tawa mempunyai sedikit garam, biasanya kurang dari 0,5 ppt. Air tawar dengan salinitas 0,5-17 ppt disebut air payau, yang ditemukan muara sungai dan rawa-rawa garam pantai. Tergantung pada lokasi dan sumber air tawar, beberapa muara dapat memiliki salinitas setinggi 30 ppt. Berikut adalah nilai salinitas beberapa jenis air:

Tabel 2. 1 Nilai Salinitas dalam berbagai jenis air.

Sebutan/Istilah	Salinitas (ppm)
Air Tawar	<500
Air Payau	500-30.000
Air Asin	30.000-50.000
Brine Water	>50.000

2.5.3 TDS (Total Dissolve Solid)

TDS adalah jumlah zat padat (unsur mineral) yang terlarut dalam air. Semakin rendah TDS maka akan juga semakin bagus kualitas air. Unsur mineral terlarut terdiri dari karbonat, bikarbonat, klorida, kalsium, dan jumlah kecil unsur besi dan unsur-unsur lainnya. Salah satu cara guna mengetahui nilai TDS yaitu dengan menguapkan atau mengeringkan volume air yang diketahui, kemudian menimbang sisa penguapan. Nilai TDS untuk air bersih menurut Permenkes RI.

Tabel 2. 2 Tabel Kualitas TDS air (Permenkes RI. No.416/Menkes/Per/IX/1990tentang syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air yaitu Mikrobiologi, fisik, kimia, dan radioaktif).

Level TDS (ppm)	Kualitas
Kurang dari 1.000	Tidak berbahaya bagi kehidupan
1.000-3.000	Tidak mengganggu kesehatan, kadang menimbulkan diare
3.000-5.000	Apabila terlalu banyak dikonsumsi menimbulkan diare
5.000-10.000	Berbahaya bagi anak-anak terutama bagi makhluk hidup yang sedang mengandung
Lebih dari 1.200	Tidak aman

2.5.4 Konduktivitas

Pengukuran konduktivitas bertujuan untuk mengukur kemampuan dari ion-ion pada air untuk menghantarkan listrik serta juga untuk memprediksi kandungan mineral dalam air. Konduktivitas dinyatakan dengan satuan $\mu\text{hos/cm}$ atau Siemens/cm. Dalam analisa air, satuan yang biasa digunakan yaitu $\mu\text{hos/cm}$. Nilai dari konduktivitas untuk air yang layak untuk diminum berkisar antara 42-500 $\mu\text{hos/cm}$. Dan nilai konduktivitas lebih dari 250 $\mu\text{hos/cm}$ tidak disarankan untuk dikonsumsi.

2.5.5 Oxidation – Reduction Potential (ORP)

ORP merupakan sifat pengoksidasi dari sanitiser dalam air. Pada hal ini, terjadi proses oksidasi dan reduksi pada tanah. Dalam proses oksidasi, semua oksidasi ini berkurang, sehingga kehilangan kemampuan mereka untuk terus beroksidasi, dan akhirnya mereka menggabungkan dengan zat lain di dalam air. Untuk memastikan bahwa proses kimia terus sampai akhir, oksidator memerlukan konsentrasi yang cukup tinggi untuk dapat bereaksi.

Parameter ORP juga dapat digunakan sebagai monitoring kondisi disinfeksi. Ini memungkinkan bahwa nilai minimum pada ORP menunjukkan nilai disinfeksi pada air. Nilai standar batas ORP menurut WHO adalah 650 milivolt, menyatakan bahwa ketika ORP dalam tubuh tindakan air 650/1000 volt, yang sanitiser dalam air aktif cukup untuk menghancurkan organisme berbahaya.

2.6 Teori Dasar Resistivitas

Telford (1990) mengemukakan bahwa metode geolistrik tahanan jenis merupakan salah satu metode geofisika yang memanfaatkan sifat tahanan jenis batuan untuk menyelidiki keadaan bawah permukaan bumi. Metode ini dilakukan dengan menggunakan arus listrik yang diinjeksikan melalui dua buah elektroda arus ke dalam bumi, kemudian mengamati beda potensial yang terbentuk melalui dua buah elektrodapotensial yang berada di tempat lain.

Penelitian ini dilakukan guna mengetahui kedalaman intrusi air laut, sehingga metode yang digunakan pada penelitian ini adalah geolistrik tahanan jenis. Metode ini sangat baik untuk mengukur resistivitas batuan. Selain itu, pada kasus ini nantinya akan menggunakan perbandingan keadaan intrusi air laut berdasarkan prinsip Badon Ghyben-Hersberg. Dengan demikian akan diperoleh suatu parameter pembandingan mengenai intrusi air laut pada daerah lokasi penelitian.

Haryanto (2011) beranggapan bahwa pengukuran dengan geolistrik dapat dilakukan dengan tujuan berbeda yaitu pengukuran *mapping* dan *sounding*. Tujuan dari *mapping* yaitu untuk mengetahui informasi variasi resistivitas secara lateral sehingga teknik *mapping* dilakukan dengan menggunakan konfigurasi elektroda tertentu dengan jarak antar elektroda tetap, seluruh susunan elektroda dipindah mengikuti dari lintasan.

Teori dasar yang digunakan pada metoda resistivitas ini adalah hokum ohm yang menyatakan, arus yang mengalir (I) pada suatu medium adalah sebanding dengan voltage (V) yang terukur dan berbanding terbalik dengan resistansi (R) medium dan dapat dirumuskan:

$$V = I.R \dots\dots\dots(3)$$

Prinsip dasar yang digunakan pada alat ini yaitu adalah dengan menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi. Setelah out mengamati beda potensial (ΔV) dan arus (I) yang terbentuk melalui dua buah elektroda yang telah ditempatkan di tempat lain. Perbedaan antar potensial dan arus ini akan menghasilkan suatu nilai ahanan jenis. Perbedaan nilai tahanan jenis dapat merfleksikan keadaan di bawah permukaan bumi.

Konfigurasi yang akan digunakan yaitu *Wenner-Schlumberger*, konfigurasi dengan system aturan spasi yang konstan dengan catatan factor “n” untuk konfigurasi ini adalah perbandingan jarak antara elektroda C1-P1 (atau C2-P2) dengan spasi antara P1-P2 seperti pada Gambar 2.6. Lalu, jika jarak antar potensial (P1 dan P2) adalah a maka jarak antar elektroda arus (C1 dan C2) adalah $2na + a$. Proses penentuan resistivitas menggunakan 4 buah elektroda yang diletakkan dalam sebuah garis lurus (Sakka, 2001).

Arus listrik yang dapat menembus permukaan bola yang mempunyai luas A, tebal dr , dan beda potensial dV antara dua titik dalam bola bagian luar dan dalam:

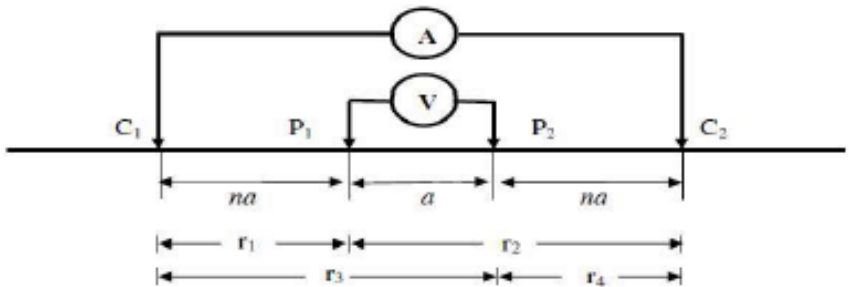
$$I = -\frac{A}{\rho} \frac{dV}{dr} \dots\dots\dots(4)$$

Luas permukaan dari setengah bola = $\frac{4\pi r^2}{2}$, maka persamaan (1) menjadi :

$$I = -\frac{2\pi r}{\rho} \frac{dV}{dr} \dots\dots\dots(5)$$

Tanda dari negatif (-) menjelaskan bahwa arus mengalir dari tempat yang mempunyai potensial tinggi ke rendah.

Dua elektroda arus yang dipasang dengan jarak yang sudah ditentukan seperti pada Gambar 2.6, akan menyebabkan potensial pada titik-titik yang dekat dengan permukaan yang dipengaruhi dari kedua elektroda arus tersebut (Reynolds, 1997 dalam Bahri, 2005).

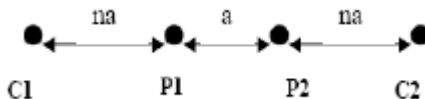


Gambar 2. 6 Dua elektroda arus dan dua elektroda potensial pada permukaan homogen isotropis dengan tahanan jenis ρ (Bahri, 2005).

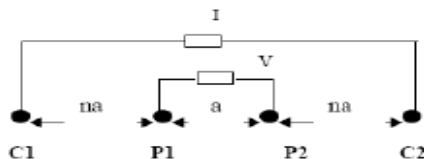
Beda dari potensial P1 dan P2 ditulis seperti dibawah ini :

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\} \dots\dots\dots(6)$$

$$k = 2\pi \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]^{-1} \text{ Jika} \dots\dots\dots(7)$$



Gambar 2. 7 Bentuk Konfigurasi Wenner-Schlumberger beserta faktor geometri k



Gambar 2. 8 Pengaturan Elektroda Konfigurasi Wenner-Schlumberger

Pada teknik pengolahan data, data pada beda potensial (ΔV) dan arus (I) yang didapat dari pengukuran akan dihitung sehingga diperoleh nilai tahanan jenis semu (ρ_a). Menurut Telford (1990) dan Reynolds (1997) tahanan jenis semu dapat dihitung berdasarkan rumus :

$$\rho_a = K = \frac{\Delta V}{I} \dots\dots\dots(8)$$

dimana :

- ρ_a = tahanan jenis semu
- K = factor geometri
- ΔV = beda potensial antara kedua elektroda
- I = kuat arus yang diinjeksikan

Besar pada nilai tahanan jenis semu (ρ_a) akan dikelompokkan sesuai dengan kedalaman lapisan (n). lalu data-data yang telah tersusun diolah dengan menggunakan software Res2dinv Ver 3.48a. Sehingga diperoleh gambaran atau citra mengenai keadaan bawah permukaan berdasarkan perbedaan nilai tahanan jenis.

Setelah proses pengambilan dan pengolahan data selesai, lalu selanjutnya adalah melakukan interpretasi mengenai pencitraan bawah permukaan yang berupa gambaran warna yang telah dihasilkan oleh software Res2dinv. Dengan membaca literature pada software tersebut, maka akan diketahui kedalaman intrusi air laut pada daerah tersebut.

Kedalaman perbatasan antara air tawar dan air asin yang terjadi pada masing-masing daerah penelitian dapat dihitung berdasarkan prinsip Badon Ghyben-Hersberg, dengan rumus (Sri Harto, 1993):

$$\rho H = \rho_0 (H + h)$$

$$H = \frac{\rho_0}{\rho - \rho_0} h \dots\dots\dots(9)$$

dimana:

- ρ_0 = massa jenis air tawar (pada sumur)
- ρ = massa jenis air laut
- h = tinggi muka air tanah dari permukaan laut
- H = kedalaman air tanah (perbatasan) dari permukaan air laut

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi nilai resistivitas antara lain:

- Kandungan lempung
- Keterpadatan air tanah

- Jenis dan karakteristik fisik batuan
- Mineralogi batuan

Dari beberapa faktor diatas dapat menyebabkan nilai resistivitas mendekati nilai maksimum atau nilai minimum dari nilai interval yang terdapat pada tabel.

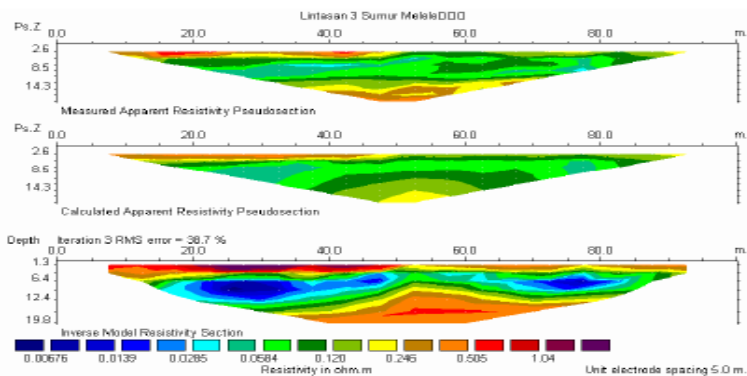
Tabel 2. 3 Nilai Resistivitas

Lapisan	Ohm.m
Sandstone (Batu Pasir)	200-800
Shales (Batu Tulis)	20-2.000
Sand (Pasir)	1-1.000
Clay (Lempung)	1-100
Ground Water (Air Tanah)	0.5-300
Sea Water	0.2
Dry Gravel (Gravel Kering)	600-10.000
Alluvium	10-800
Gravel (Kerikil)	100-600

2.7 Penelitian Terdahulu

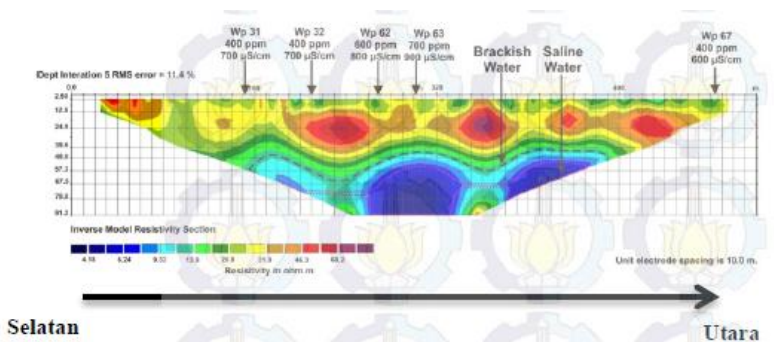
Intrusi air laut merupakan suatu peristiwa penyusupan atau meresapnya air laut atau air asin ke dalam air tanah. Kasus intrusi air laut ini merupakan masalah yang sering terjadi pada daerah pesisir pantai. Dalam masalah ini, kaitannya erat dengan kebutuhan air bersih yang dimana air bersih merupakan air yang layak untuk dikonsumsi. Lantas, rusaknya air tanah yang terdapat pada daerah pesisir ini ditandai dengan keadaan air yang tidak bersih dan rasanya asin (Djoko Sangkoro, 1979).

Telah dilakukan penelitian yang terletak pada Kota Bengkulu yang meliputi 3 kawasan yang terletak di pesisir pantai. Dalam penelitian ini, telah diketahui bahwa 3 kawasan ini merupakan daerah padat penduduk sehingga kawasan ini banyak mengkonsumsi air tanah, sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keadaan air tanah pada daerah tersebut serta bagaimanakah pola penyebaran hingga kedalaman intrusi air laut yang terjadi pada kawasan ini. Penelitian ini menggunakan metode Geolistrik Tahanan Jenis dengan konfigurasi Wenner-Schlumberger. Setelah dilakukan pengukuran dan melakukan prosesing data hingga interpretasi, diketahui bahwa dari 3 kawasan ini telah terjadi adanya intrusi air laut dengan memiliki kedalaman 4-15 meter. Sedangkan menurut prinsip Badon-Ghyben-Hertsberg, ambang kedalaman batas antara air asin dan air tawar yaitu 27,95 m – 35,06 m.



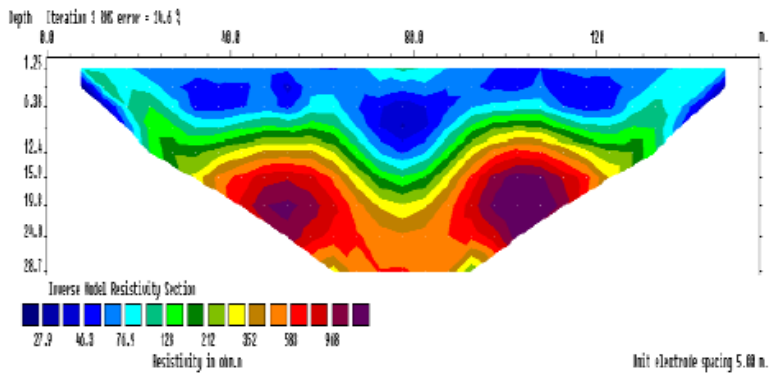
Gambar 2. 9 Pencitraan 2D Tahanan Jenis Bawah Permukaan

Untuk penelitian terdahulu selanjutnya dilakukan di daerah pesisir Pantai Teleng Ria, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur. Pada penelitian ini dijelaskan, bahwa dilakukannya penelitian ini dilakukan untuk bahan pertimbangan bahwa lokasi ini akan dikembangkan salah satu lokasi wisata bahari sehingga studi menyeluruh mengenai kualitas air merupakan satu hal yang penting. Penelitian ini menggunakan metode Resistivitas 2D yang selanjutnya dibandingkan dengan hasil pengukuran Total Dissolve Solid (TDS) dan Daya Hantar Listrik (DHL). Selain itu, penelitian ini juga menggunakan teori Ghyben-herzberg yang berguna untuk memvalidasi hasil pengukuran resistivitas. Pengukuran ini menyimpulkan bahwa diperoleh rata-rata batas air laut dan air tawar pada kedalaman -20 m dari permukaan tanah dan memperoleh perkiraan volume di sepanjang daerah penelitian mencapai 3,5 m yaitu sebesar 45 km².



Gambar 2. 10 Salah satu hasil penampang resistivitas 2D Pantai Teleng Ria

Penelitian terdahulu selanjutnya dilakukan di Kecamatan Pantai Cermin, Provinsi Sumatera Utara. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan dimana tidak terdapat zona intrusi air laut. Telah dilakukan pengambilan data resistivitas 2D sebanyak 3 titik dan menghasilkan nilai resistivitas 2D antara 14.0 ohm.m hingga 968 ohm.m pada kedalaman 1.25 m hingga 28.7 m. Bahwa seharusnya nilai intrusi air laut diantara 0.5-5 ohm.m.



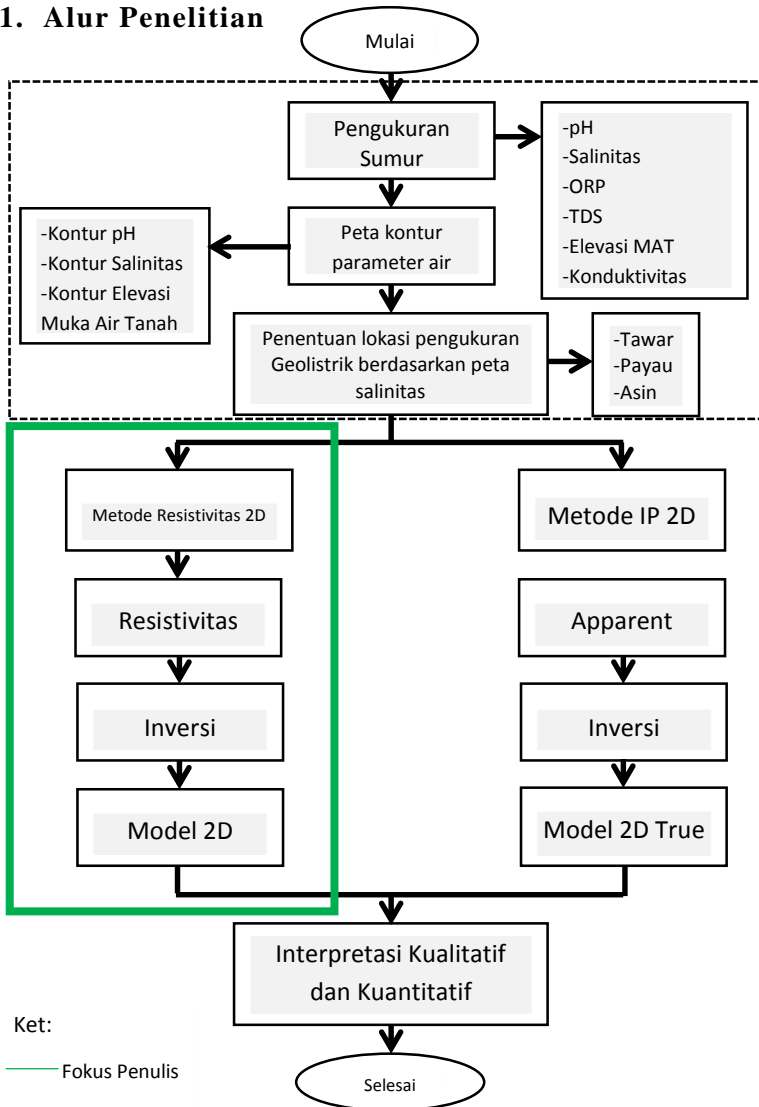
Gambar 2. 11 Hasil salah satu penampang resistivitas 2D lokasi Kecamatan Pantai Cermin

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Alur Penelitian



Penjelasan diagram alir diatas.

1. Melakukan pengukuran sumur, dengan output 4 parameter. Dalam pengukuran ini dilakukan pengambilan sample dari 15 sumur.
2. Lalu pembuatan peta kontur dari masing-masing parameter air di Surfer. Dalam hal ini, kontur yang digunakan hanya Salinitas, pH dan Kedalaman.
3. Menentukan lokasi pengukuran Resistivitas dan IP berdasarkan kontur Salinitas karena pada penelitian ini difokuskan untuk Intrusi air laut. Berdasarkan kontur salinitas, akan ditentukan dengan menyesuaikan 3 kategori yaitu asin, payau, dan tawar yang diketahui dari nilai salinitas.
4. Lalu masuk ke bagian akuisisi data Resistivitas 2D.
5. Dalam pengukuran resistivitas ini akan didapatkan data resistivitas semu
6. Setelah itu setelah data diolah menggunakan excel, akan dilakukan pengolahan menggunakan Res2dinv.
7. Selanjutnya dilakukan proses inversi data, yang kemudian akan didapatkan hasil penampang resistivitas.
8. Setelah dirasa cukup, akan dilakukan interpretasi data berupa kualitatif dan kuantitatif dari penggabungan hasil 2 metode ini.

3.2. Peralatan dan Akuisisi Data

3.2.1 Peralatan

3.2.1.1 Alat ukur resistivitas



Gambar 3. 1 Alat Resistivity meter

- 1 buah alat main unit
- Kabel arus 2 gulungan @150 meter
- Kabel potensial 2 gulungan @75 meter
- 2 buah elektroda potensial (tembaga)
- 2 buah elektroda arus (besi)
- Aki 12 Volt
- Palu 2 buah
- Kabel-kabel penghubung
- Kompas Geologi
- GPS

3.2.1.2 Alat Water Tester



Gambar 3. 2 Alat Uji Kualitas Air

Alat ini digunakan untuk mengetahui kandungan mineral pada sampel air sumur yang telah diambil. Setelah itu akan menghasilkan nilai-nilai dari kandungan pH, Konduktivitas, Salinitas, ORP, dan TDS.

- 1 buah alat main unit
- 3 alat sensor yang terdiri dari sensor TDS, pH, Konduktivitas dan salinitas
- 3 cairan untuk kalibrasi

3.2.1.3 Alat Water Sampler



Gambar 3. 3 Alat Water Sampler

Water Sampler merupakan alat yang digunakan untuk mengambil sampel air sumur. Alat ini dilengkapi sebuah botol kaca yang di atasnya ditutup oleh katup dengan penarik dan sewaktu-waktu dapat dibuka katupnya untuk mengambil sampel air pada kedalaman yang diinginkan.

3.2.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Untuk tempat dan waktu pelaksanaan, kegiatan penelitian tugas akhir ini dapat dilaksanakan sesuai rencana dibawah ini:

Tempat : Surabaya Timur

Waktu : 01 Juli 2016 – 31 Desember 2016

Pada lokasi pengambilan sampel air sumur terdapat pada titik-titik berwarna kuning pada gambar dibawah ini. Pengukuran ini dilakukan dalam 2 kali pengambilan sampel air sumur yaitu pada bulan Juli dan Agustus.



Gambar 3. 4 Daerah Yang Dilakukan Penelitian Sumur dan Akuisisi Geolistrik

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB IV

HASIL DAN ANALISA

4.1 Persiapan Data

Semua data yang diperlukan dalam penelitian ini diperoleh dari proses akuisisi data yang dilakukan selama 3 kali pengukuran di 3 lokasi yang berbeda. Tahapan pertama dalam pengolahan data adalah memasukkan semua data yang dibutuhkan dalam penelitian ke dalam *software* yang digunakan dengan format satuan yang konsisten pada seluruh data yang akan diolah untuk menghindari kesalahan hasil. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data geolistrik dan data sumur. Untuk data sumur, akan dibuat sebagai kontur persebaran muka air tanah serta kontur persebaran pH.

4.1.1 Data Geolistrik

Data geolistrik yang digunakan adalah data resistivitas dari pengukuran dengan menggunakan konfigurasi wenner-schlumberger dengan setiap bentangan memiliki panjang 80-100m. Penetrasi yang dihasilkan hanya mampu sekitar 9,83 m dengan nilai n sebanyak 10.



Gambar 4. 1 Desain Akuisisi

Desain akuisisi pada metode Resistivitas 2D menggunakan acuan data sampel sumur yang telah dilakukan uji kualitas air berupa salinitas. Berdasarkan data kualitas air, didapatkan 3 lokasi pengukuran yaitu lintasan Sutorejo (L), Klampis (G), dan ITS (H). Desain akuisisi ditunjukkan dengan titik merah pada gambar 4.1.

Tabel 4. 1 Data Pengukuran Geolistrik

NO.	C1	P1	P2	C2	a	n	k	x mid	V	Vs	I	T	R (ohm)	Rho (ohm.m)	Chargeability
1	0	2.5	5	7.5	2.5	1	15.7		100.8	1.9	131.6	3.6	0.765957	12.02553191	0.067857143
2	2.5	5	7.5	10	2.5	1	15.7		105.3	2.3	131.5	3.1	0.80076	12.57193916	0.067711301
3	5	7.5	10	12.5	2.5	1	15.7		112.1	2.1	131.8	2	0.850531	13.35333839	0.037466548
4	7.5	10	12.5	15	2.5	1	15.7		176.1	1.8	131.7	2.2	1.33713	20.99293985	0.022487223
5	10	12.5	15	17.5	2.5	1	15.7		179	0.6	131.8	1.9	1.358118	21.32245827	0.006368715
6	12.5	15	17.5	20	2.5	1	15.7		188.3	0.8	131.8	1.8	1.42868	22.43027314	0.007647371
7	15	17.5	20	22.5	2.5	1	15.7		142.3	0.6	131.8	1.6	1.079666	16.95075873	0.006746311
8	17.5	20	22.5	25	2.5	1	15.7		96.2	0.4	131.8	1.6	0.729894	11.45933232	0.006652807
9	20	22.5	25	27.5	2.5	1	15.7		71.4	1.2	131.8	1.5	0.54173	8.505159332	0.025210084
10	22.5	25	27.5	30	2.5	1	15.7		57.8	0.6	131.8	1.3	0.438543	6.885128983	0.01349481
11	25	27.5	30	32.5	2.5	1	15.7		63.4	1.4	131.8	1.1	0.481032	7.552200303	0.024290221
12	27.5	30	32.5	35	2.5	1	15.7		35.4	0.1	131.7	1.5	0.268793	4.220045558	0.004237288
13	30	32.5	35	37.5	2.5	1	15.7		39.4	0.9	131.8	1.4	0.298938	4.693323217	0.031979695
14	32.5	35	37.5	40	2.5	1	15.7		30.7	2.8	131.8	4.2	0.232929	3.656960273	0.383061889
15	35	37.5	40	42.5	2.5	1	15.7		25.4	0.6	131.8	1.3	0.192716	3.025644917	0.030708661
16	37.5	40	42.5	45	2.5	1	15.7		26.2	0.1	131.9	1.7	0.198635	3.118574668	0.00648855
17	40	42.5	45	47.5	2.5	1	15.7		25.8	1.1	131.8	6.7	0.195751	3.073232868	0.285658915
18	42.5	45	47.5	50	2.5	1	15.7		19.2	0.3	131.9	1.3	0.145565	2.285367703	0.0203125
19	45	47.5	50	52.5	2.5	1	15.7		20.1	1.3	131.9	1.5	0.152386	2.392494314	0.097014925
20	47.5	50	52.5	55	2.5	1	15.7		16.2		131.7		0.123007	1.931207289	0
21	50	52.5	55	57.5	2.5	1	15.7		17.3	0.1	131.9	1.4	0.13116	2.059211524	0.008092486
22	52.5	55	57.5	60	2.5	1	15.7		15.7	1.3	131.8	1.3	0.11912	1.870182094	0.107643312
23	55	57.5	60	62.5	2.5	1	15.7		15.5	0.1	131.8	1.2	0.117602	1.846358118	0.007741935
24	57.5	60	62.5	65	2.5	1	15.7		17	1.8	131.9	1.2	0.128886	2.023502654	0.127058824
25	60	62.5	65	67.5	2.5	1	15.7		20.6	1.3	131.7	2.1	0.156416	2.455732726	0.132524272
26	62.5	65	67.5	70	2.5	1	15.7		23.9	0.9	131.8	1.3	0.181335	2.846965099	0.048953975
27	65	67.5	70	72.5	2.5	1	15.7		24	0.1	131.9	1.5	0.181956	2.856703629	0.00625
28	67.5	70	72.5	75	2.5	1	15.7		22	0.8	131.9	1.6	0.166793	2.618650493	0.058181818
29	70	72.5	75	77.5	2.5	1	15.7		25.5	1.6	131.5	1.6	0.193916	3.044486692	0.100392157

4.1.2 Data Sumur

Data sumur yang diambil sebanyak 20 sumur. Data ini kemudian dilakukan uji tes air dengan menggunakan alat *water test* yang akan menghasilkan nilai pH, Salinitas, TDS, ORP. Serta dilakukan pengukuran elevasi muka air tanah dari tiap-tiap sumur.

Tabel 4. 2 Informasi Koordinat Data Sumur

sumur	koordinat		alamat
S1	697734	9199361	Jl. Memet Sastrawirya, Bulak
S2	697028	9191564	Jl. Raya Kedung Baruk, Rungkut
T1	697505	9197069	Jl. Sutorejo, Mulyorejo
T5	695964	9188312	Jl. Kyai Abdul Karim, Rungkut Menanggal, Gn. Anyar
T8	696928	9190704	Jl. Penjaringan Timur, Penjaringan Sari, Rungkut
T10	697298	9191672	Jl. Raya Kedung Baruk, Rungkut
T11	695736	9190245	Jl. Raya Kedung Asem, Rungkut
T6	698486	9194877	Jl. Teknik Kimia, Keputih, Sukolilo
M1	697028	9196930	Jl. Sutorejo, Mulyorejo
N1	695908	9199011	Jl. Dukuh Setro, Tambaksari
N2	695552	9196647	Jl. Dharma Husada Utara VII, Mojo, Gubeng
N3	696694	9194657	Jl. Manyar Kertoadi I, Manyar Sabrangan, Sutorejo
N5	695408	9193154	I. Manyar Jaya Praja II, Menur Pumpungan, Sukolilo
N8	698105	9188210	Jl. Gunung Anyar Jaya, Gn. Anyar
Z1	699406	9199294	Pantai Kenjeran

Desain lintasan ini dibuat berdasarkan dari parameter pH yang secara fisis merupakan satuan untuk mengidentifikasi kandungan air yang digunakan sebagai acuan keberadaan air tawar, air asin, dan air payau. Pada setiap perpotongan kontur akan diambil satu lintasan dengan bentangan 80-100 m.



Gambar 4. 2 Lokasi Pengukuran Sumur

4.2 Tahapan Pengolahan

4.2.1 Pengolahan Dan Analisis Data Sumur

Telah dilakukan pengambilan data berupa sampel air sumur yang tersebar di beberapa wilayah tepatnya di Surabaya Timur. Dilakukan pada tanggal 10 November 2016 pada saat musim penghujan. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan alat *water sampler*, tujuan dari penggunaan alat ini yaitu untuk mendapatkan sampel air yang terletak pada dasar sumur. Lalu sampel air dipindahkan ke dalam botol dan dilakukan analisa parameter air dengan menggunakan alat *water quality tester* WT61 demi mengetahui jenis serta kualitas sampel air. Dari pengukuran *water quality tester* ini akan didapatkan hasil berupa parameter yaitu pH, Konduktivitas, TDS, dan Salinitas. Pengeplotan titik sumur juga dilakukan menggunakan GPS untuk mendapatkan elevasi setempat dan titik koordinat. Pengukuran elevasi muka air tanah dilakukan dengan cara mengurangi elevasi setempat dengan muka air tanah pada sumur yang diambil data. Berikut adalah hasil dari pengukuran kualitas sampel air sumur yang dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah.

Tabel 4. 3 Kualitas Sampel Air Sumur

sumur	koordinat		elevasi setempat (cm)	muka air tanah (cm)	elevasi muka air tanah (cm)	ph	konduktivitas (mS)	tds (ppt)	salinitas (ppt)
S1	697734	9199361	200	82	118	6.56	5.67	3.78	2.83
S2	697028	9191564	400	79	321	6.37	8.6	5.73	4.3
T1	697505	9197069	100	74	26	6.64	14.34	9.49	7.12
T5	695964	9188312	500	89	411	6.56	2.86	1.9	1.43
T8	696928	9190704	500	74	426	6.59	5.87	3.92	2.94
T10	697298	9191672	400	91	309	6.41	14.95	9.92	7.45
T11	695736	9190245	500	10	490	6.48	10.39	6.92	5.18
T6	698486	9194877	300	49	251	6.28	17.06	11.35	8.52
M1	697028	9196930	100	69	31	6.62	3.27	2.18	1.63
N1	695908	9199011	400	47	353	6.51	11.93	7.95	5.96
N2	695552	9196647	200	79	121	6.58	9.9	6.6	4.96
N3	696694	9194657	500	74	426	6.68	1.71	2.28	3.42
N5	695408	9193154	500	28	472	6.25	10.49	6.98	5.25
N8	698105	9188210	300	87	213	6.43	15.64	10.41	7.82
Z1	699406	9199294	0	0	0	7.83	55	35	35

4.2.2 Parameter Kualitas Air Tanah

Parameter kualitas air tanah ini diperoleh dari hasil pengambilan sampel air sumur dari beberapa lokasi sumur yang telah dilakukan pengujian menggunakan *water tester quality*. Untuk melakukan analisa dari hasil uji kualitas air, maka dilakukan pembuatan kontur dari hasil pengukuran uji kualitas air.

4.2.2.1 TDS (Total Dissolve Solid)

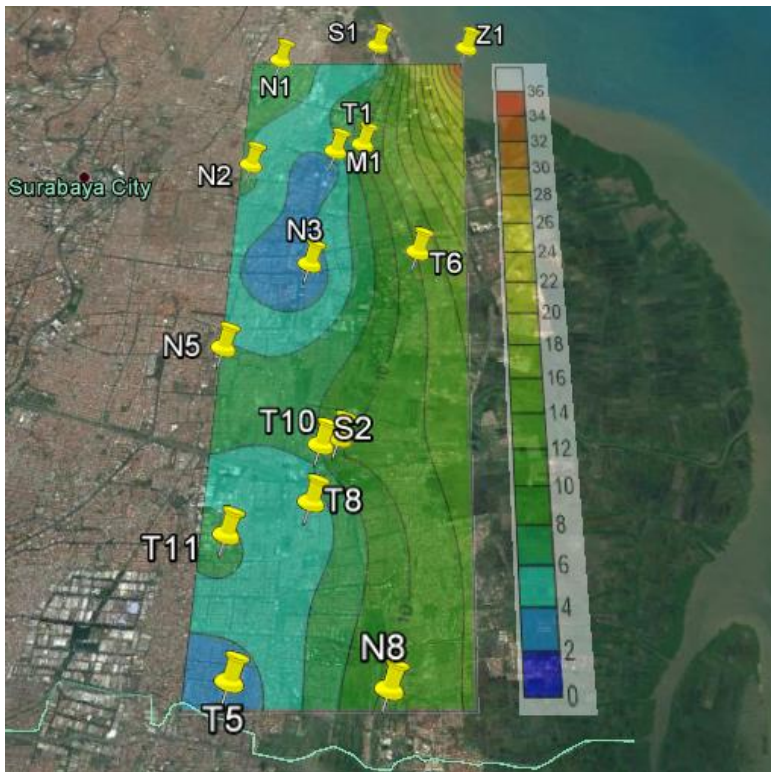


Gambar 4. 3 Kontur TDS

Setelah dilakukan pembuatan kontur dengan berdasarkan hasil uji kualitas air, maka didapatkan hasil kontur berupa Konduktivitas,

Salinitas, dan TDS. Dapat dilihat bahwa kontur menunjukkan hasil yang hampir sama. Parameter kualitas air tanah terbagi menjadi 5, yaitu berdasar salinitas 0-1 ppt (*fresh*), 1-3 ppt (*fresh to brackish*), 3-5 ppt (*brackish*), 5-35 ppt (*saline*), dan <35 ppt (*hyper-saline*). Berdasarkan dari pengelompokan kualitas air tanah, pada penelitian ini kontur terbagi menjadi lima kelompok yang dapat dilihat seperti dibawah ini.

4.2.2.2 Salinitas Air Tanah



Gambar 4. 4 Kontur Salinitas Air Tanah

Salinitas air tanah pada kawasan Surabaya Timur memiliki 3 varian yaitu, tawar, payau, dan asin. Rentan nilai dari kontur salinitas air

tanah ini antara 0-36 ppt. Semakin mendekati kawasan bibir pantai, nilai dari salinitas air tanah semakin besar karena didominasi oleh air asin. Hingga mendekati daerah tengah kota Surabaya, juga terdapat nilai salinitas yang menunjukkan bahwa terdapat daerah dengan kualitas payau yang ditandai dengan warna hijau pada kontur. Lalu untuk zona air tawar hanya tersebar di beberapa wilayah seperti daerah Penjaringan Timur, Rungkut Menanggal, dan Manyar Kertoadi.



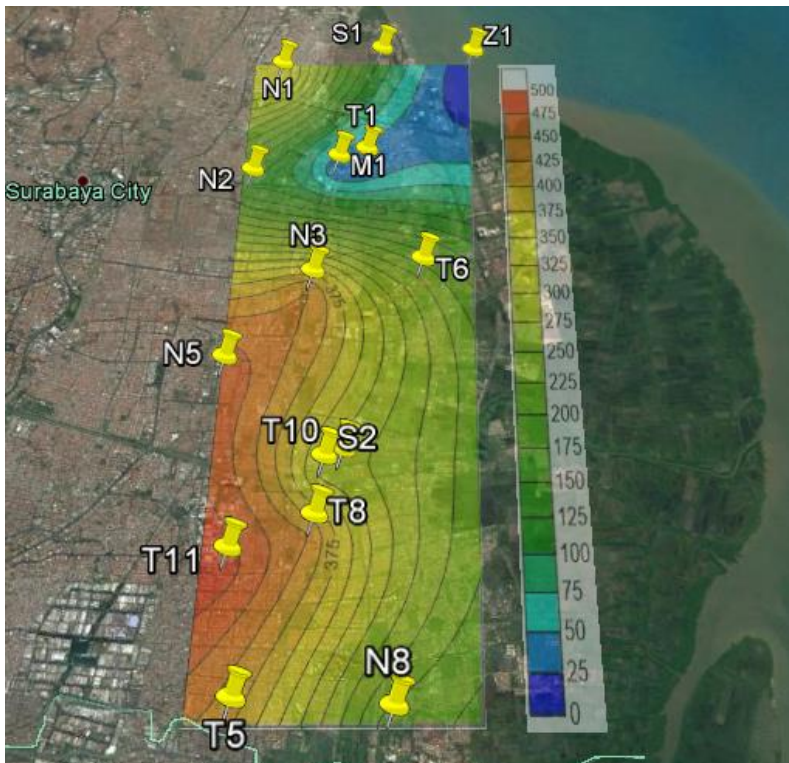
Gambar 4. 5 Pengelompokan Kontur Salinitas Air Tanah

Pengelompokkan pada kontur salinitas air tanah bertujuan untuk mempermudah dalam menentukan daerah yang memiliki salinitas dari rendah ke tinggi. Proses pengelompokkan kontur salinitas menggunakan

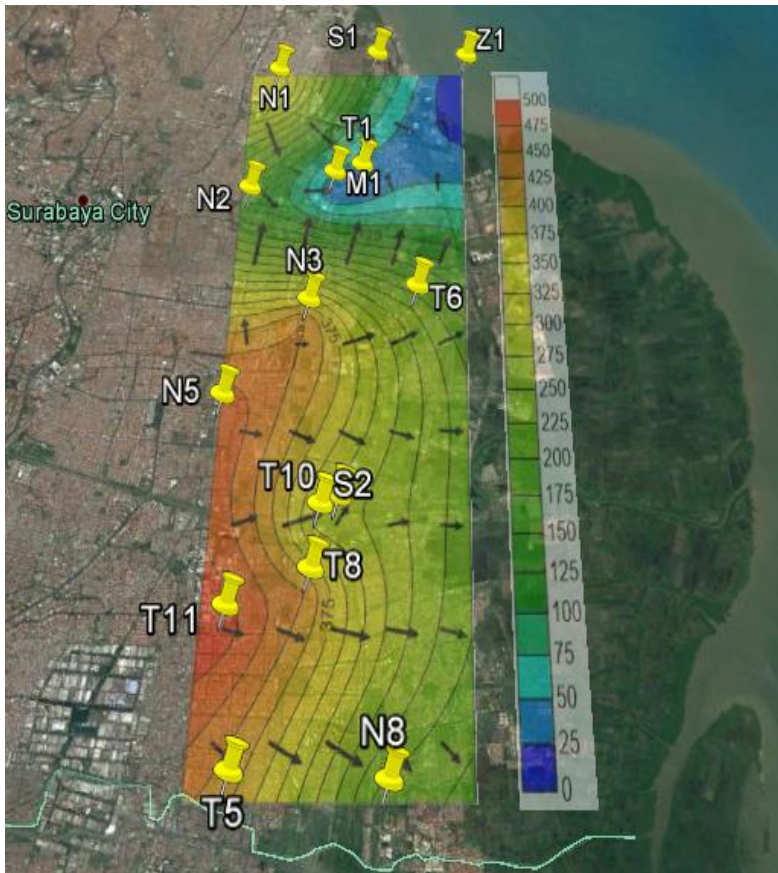
data sampel air sumur yang tersebar di beberapa titik wilayah Surabaya Timur. Kontur pengelompokkan data salinitas ini juga sebagai penentuan titik-titik pengukuran resistivitas dan IP.

4.2.2.3 Elevasi Muka Air Tanah

Elevasi air tanah merupakan data yang didapatkan dari hasil pengurangan elevasi setempat dengan muka air tanah pada sumur. Setelah itu dibuatkan kontur peta muka air tanah yang menginputkan data koordinat serta elevasi muka air tanah pada tiap-tiap sumur.



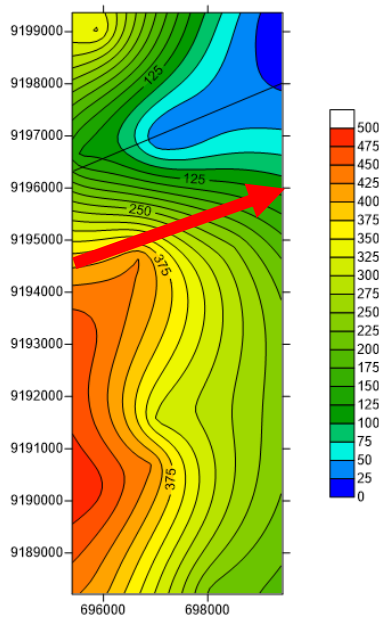
Gambar 4. 6 Kontur Muka Air Tanah



Gambar 4. 7 Kontur Arah Aliran Air Tanah

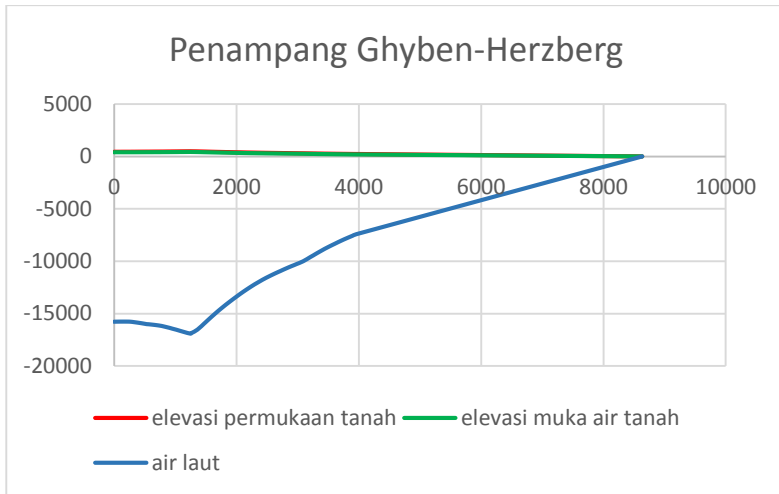
Garis-garis yang terlihat pada kontur menunjukkan kontur elevasi muka air tanah yang memiliki ketinggian tertentu yang didapat dari pengambilan data elevasi permukaan air tanah pada tiap sumur. Dari peta kontur elevasi muka air tanah ini bisa untuk menduga arah aliran air, pencemaran air, daerah discharge serta recharge.

4.2.2.4 Penampang Ghyben-Herzberg



Gambar 4. 8 *Slicing* kontur elevasi muka air tanah

Eleveasi muka air tanah juga berguna untuk membuat penampang Ghyben-Herzberg yang akan memperlihatkan letak air laut di bawah permukaan tanah. Letak dari air laut yaitu 40 dikalikan dengan tinggi elevasi muka air tanah. Kontur pada gambar 2.11 dilakukan *slicing* pada garis berwarna merah. Serta hasil *slicing* terlihat seperti pada gambar 4.8. Dapat dilihat pada penampang dari hasil *slicing* terlihat penurunan air laut, yang berarti semakin menuju ke daerah tengah kota zona air asin semakin jauh ke bawah karena zona air tawar masih terjaga kualitasnya.



Gambar 4. 9 Penampang Ghyben-Herzberg dari hasil slicing

4.2.3 Parameter Inversi Res2Dinv

Tabel 4. 4 Tabel Parameter Inversi

Parameter Inversi	Nilai
Use model refinement	Cells with width of half the unit spacing
Optimise damping factor	Yes
Vertical/Horizontal flatness ratio	1.0
Include smoothing	Yes
Select robust inversion	Robust (0.05)
Percentage change for line search	0.1%
Number of iteration	5
Type of mesh for forward modelling	Finest mesh; 4 nodes
Choose convergence limit	0.1

Parameter inversi digunakan dalam permodelan untuk menghasilkan penampang dari bawah permukaan tanah. Tentunya dari beberapa parameter diatas akan memperlihatkan penampang yang

memiliki model dengan error yang bisa diminimalisir sehingga kevalidan data bisa dipercaya.

4.3 Analisa Dan Pembahasan Resistivitas 2D dan I

Telah diperoleh hasil penelitian secara langsung di lapangan, serta data yang didapat adalah kuat arus listrik (I) dan beda potensial (V) yang terdapat pada tiap lintasan pengukuran. Setelah itu data I dan V dihitung lagi dan nanti akan menghasilkan nilai resistivitas semu. Besar dari nilai resistivitas semu dikategorikan berdasarkan dengan kedalaman lapisan permukaan bawah tanah. Setelah mendapatkan data yang telah dilakukan perhitungan lebih lanjut, data-data langsung diolah menggunakan software RES2DINV. Pada tahapan di software telah selesai, lalu akan diinterpretasikan berdasar dengan nilai resistivitas yang sebenarnya. Dengan ini, akan diketahui nilai resistivitas pada sebaran intrusi air laut maupun lapisan-lapisan yang tersusun pada penampang resistivitas lainnya.

Berdasar dari penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya di Surabaya oleh Ig. Setyawan Purnama, dkk (2006), untuk nilai resistivitas berkisar antara 0,2-0,9 Ωm yang diketahui pada lapisan ini telah mengandung air asin. Dimana factor penyebab terjadinya kemunculan air asin dan air payau juga karena air fosil (*conate water*).

4.3.1 Lokasi Pertama Daerah Penelitian Sutorejo

Daerah ini telah dilakukan penelitian hanya dengan 1 bentangan, pada tanggal 9 Oktober 2016 pukul 13.00 hingga 23.30. Ini dikarenakan kondisi lapangan yang kurang mendukung serta cuaca yang pada saat itu mengganggu proses pengambilan data. Serta hanya mendapatkan total lintasan sepanjang 80 m. Dapat dilihat pada tabel 4.5 dan gambar 4.12.



Gambar 4. 10 Lokasi Akuisisi Geolistrik Daerah Sutorejo

Tabel 4. 5 Interpretasi Data 1 Sutorejo

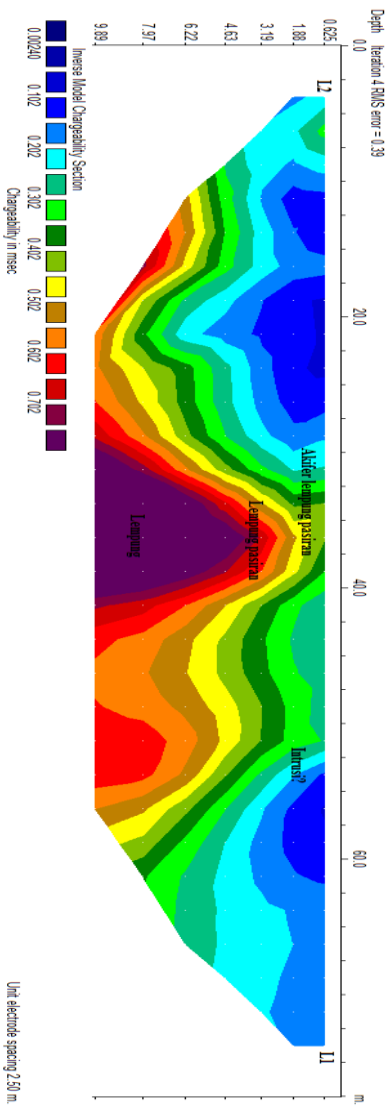
No	Nilai Chargeability	Nilai Resistivity	Lapisan Batuan	Kedalaman
1.	0.0418-0.302	6.81-63.1	Akifer pasir	0.6-4 meter

2.	0.562-1.08	0.026-2.24	Lempung pasir	4-8 meter
3.	1.34-1.86	2.24-6.81	Lempung	8 meter-dst

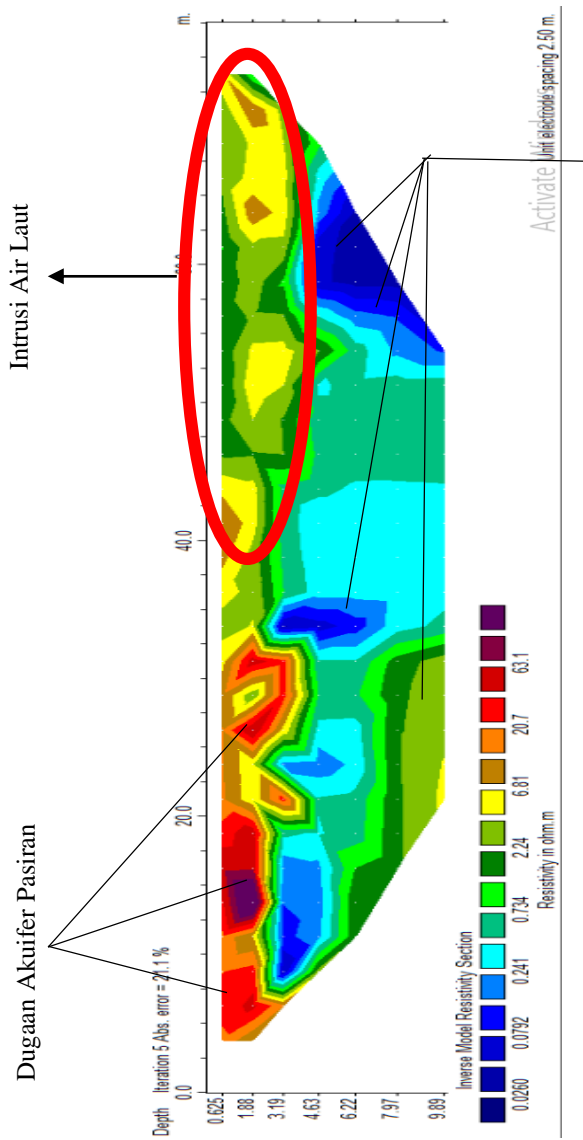
Dari hasil pengolahan Resistivitas 2D dapat dilihat pada tabel 4.6 menunjukkan nilai yang bervariasi. Lapisan pertama mempunyai nilai resistivitas yang tinggi yaitu (6.81-63.1 ohm.m) pada kedalaman 0.6-3 meter yang ditunjukkan oleh warna kuning hingga ungu. Sedangkan dengan nilai chargeabilitas dengan harga (0.0418-0.302 msec) dengan kedalaman yang sama bahwa pada lapisan ini dapat diduga sebagai akuifer yang bercampur dengan pasir. Pada bagian tengah sampai timur laut (L1) ini didominasi oleh nilai resistivitas yang cukup rendah. Dapat dilakukan pendugaan bahwa adanya kemungkinan intrusi air laut berasal dari arah utara. Dibawah lapisan yang pertama terdapat lapisan yang diduga sebagai lempung yang berasosiasi dengan pasir pada kedalaman 3-8 meter dengan memiliki ketebalan 5 meter. Nilai resistivitas dari lapisan ini adalah (0.0260-0.734 ohm.m) sedangkan untuk nilai dari chargeabilitas memiliki nilai yang cukup tinggi (0.562-1.08 msec). Untuk lapisan dibawah ini yaitu diduga sebagai lapisan lempung dengan nilai resistivitas (0.734-6.81 ohm.m) dan memiliki nilai chargeabilitas tinggi (1.08-1.34 msec).

Meskipun daerah pengukuran Sutorejo ini jaraknya berdekatan dengan pantai sekitar 3 km, namun pada sumur yang dilakukan dekat lokasi pengukuran geolistrik ini mempunyai kualitas air dengan salinitas yang kecil sebesar 1.63 ppt sehingga air ini masih layak untuk dikonsumsi. Pada daerah ini terlihat bahwa terdapat batas intrusi, sedikit bergeser kearah timur laut maka akan ditemui air dengan salinitas payau dan asin. Dapat dimungkinkan bahwa daerah ini memiliki kualitas air yang bagus karena merupakan daerah zona tangkapan (*discharge*) dari barat daya. Serta pada daerah penelitian ini memiliki kontur muka air tanah cukup curam, hal ini mengindikasikan bahwa aliran air cukup

banyak dari arah barat daya. Sehingga kualitas air pada daerah ini cukup layak untuk dikonsumsi. Jika dilakukan perbandingan, nilai dari pengukuran resistivitas pada kedalaman 0.6-3 meter yang diduga sebagai zona akuifer akan terlihat bahwa daerah sebelah timur laut mempunyai nilai resistivitas yang lebih kecil dibanding pada daerah barat daya. Dan dimungkinkan bahwa pada nilai resistivitas (6.81 ohm.m) ini merupakan air laut. Namun pada data IP menunjukkan adanya perbedaan chargeabilitas yang terdapat pada bagian timur laut yang memiliki nilai yang lebih besar (0.302 msec) jika dibandingkan pada bagian barat daya (0.0418 msec).



Gambar 4.11 Hasil Penampang IP Lokasi 1 Sutorejo



Gambar 4. 12 Hasil Penampang Resistivity 2D Lokasi Sutorejo

4.3.2 Lokasi Kedua Daerah Penelitian Klampis

Daerah ini telah dilakukan penelitian hanya dengan 1 bentangan, pada tanggal 11 Oktober 2016 pukul 13.00 hingga 23.30. Ini dikarenakan kondisi lapangan yang kurang mendukung serta cuaca yang pada saat itu mengganggu proses pengambilan data. Serta hanya mendapatkan total lintasan sepanjang 100 m. Lokasi ini berjarak 6 km dari pantai. Pada lokasi ini air tanahnya memiliki kualitas payau rendah dengan memiliki kadar 1-3 ppt. Pada penelitian lokasi ini, didapat kedalaman pada penampang hingga 9 meter.

Kondisi di bawah permukaan penampang geolistrik dapat dilihat pada tabel 4.6 dan gambar 4.14.



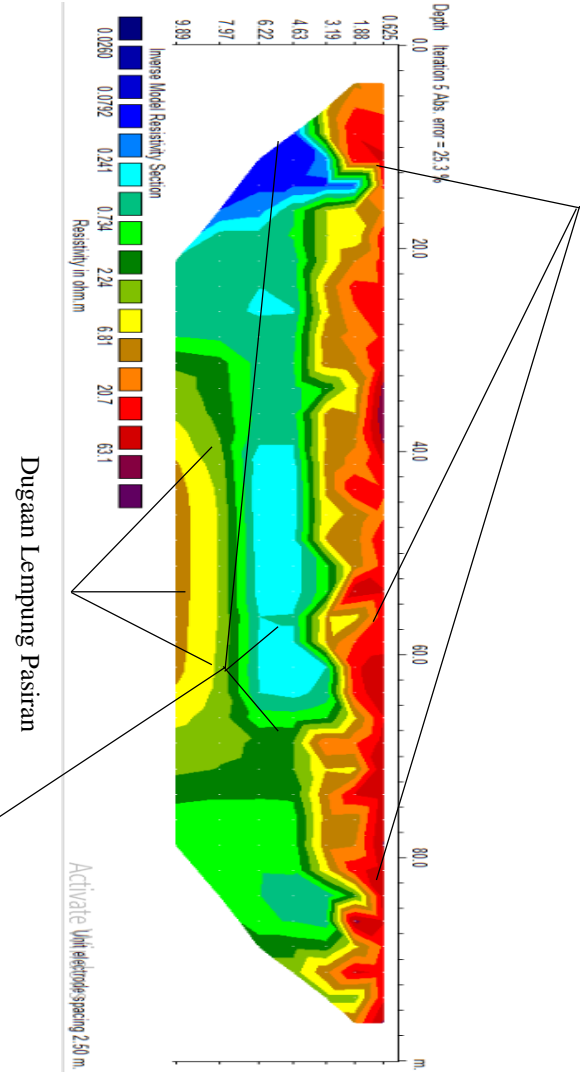
Gambar 4. 13 Lokasi Akuisisi Geolistrik Daerah Klampis

Tabel 4. 6 Interpretasi Data Lokasi 2 Klampis

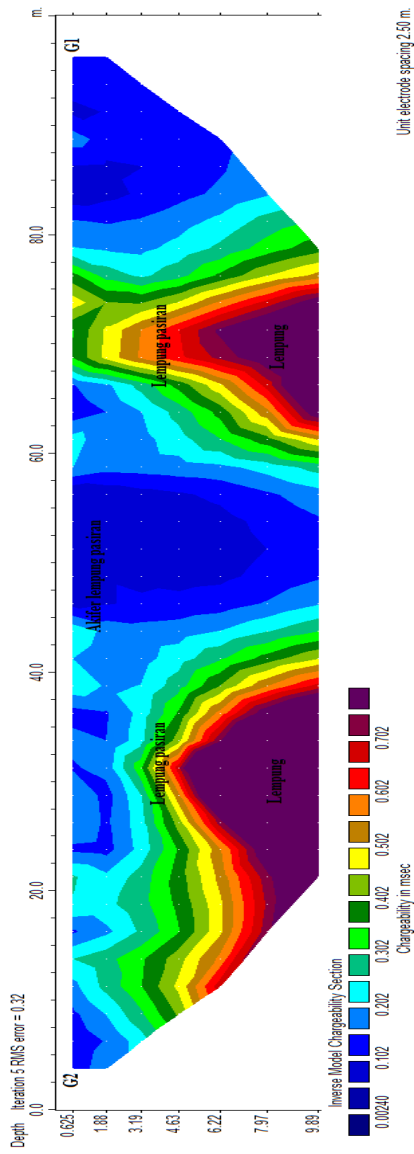
No	Nilai Chargeability	Nilai Resistivity	Lapisan Batuan	Kedalaman
1.	0.0418-0.302	6.81-63.1	Akifer pasir	0.6-4 meter
2.	0.562-1.08	0.026-2.24	Lempung pasir	4-8 meter
3.	1.34-1.86	2.24-6.81	Lempung	8 meter-dst

Dari hasil pengolahan Resistivitas 2D dapat dilihat pada table 4.6 menunjukkan nilai yang bervariasi. Lapisan pertama mempunyai nilai resistivitas yang tinggi yaitu (6.81-63.1 ohm.m) pada kedalaman 0.6-4.5 meter yang ditunjukkan oleh warna kuning hingga ungu. Sedangkan dengan nilai chargeabilitas dengan harga (0.0418-0.302 msec) dengan kedalaman yang sama bahwa pada lapisan ini dapat diinterpretasi sebagai akuifer yang bercampur dengan pasir. Ditunjukkan dengan nilai resistivitas yang masih cukup tinggi (0.241-2.24 ohm.m) sedangkan untuk nilai dari chargeabilitas memiliki nilai yang cukup tinggi (0.562-1.08 msec) yang ditandai dengan warna biru. Untuk lapisan paling bawah yaitu diduga sebagai lapisan lempung dengan nilai resistivitas (2.24-6.81 ohm.m) dan memiliki nilai chargeabilitas tinggi (1.34-1.86 msec). Hal ini juga didukung oleh data sumur dekat pada daerah pengukuran (sumur N3) yang mempunyai kedalaman muka air tanah 0.74 meter serta nilai dari salinitas yaitu 3.42 ppt. Untuk daerah ini masih belum terlihat adanya dampak dari intrusi air laut.

Dugaan Akuifer Pasiran



Gambar 4. 14 Hasil Penampang Resistivitas 2D Lokasi Klampis

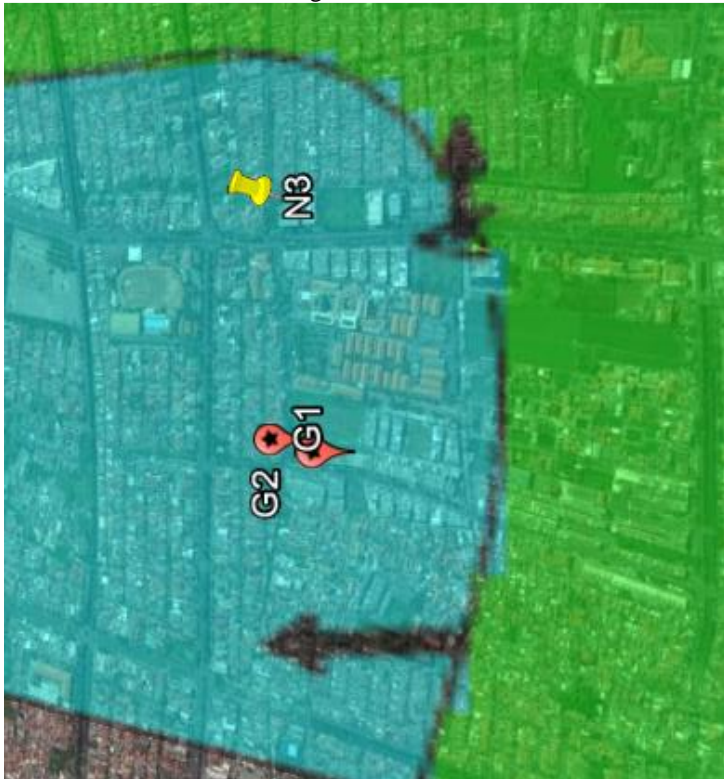


Gambar 4. 15 Hasil Penampang Chargeability Lokasi 2 Klampis

4.3.3 Lokasi Ketiga Daerah Penelitian Hidrodinamika ITS

Daerah ini telah dilakukan penelitian hanya dengan 1 bentangan, pada tanggal 25 November 2016 pukul 10.00 hingga 18.30 WIB. Ini dikarenakan kondisi lapangan yang kurang mendukung serta cuaca yang pada saat itu mengganggu proses pengambilan data. Serta hanya mendapatkan total lintasan sepanjang 100 m. Data sumur pada daerah ini menunjukkan kadar air salinitas sebesar 8.52 ppt.

Kondisi di bawah permukaan penampang geolistrik dapat dilihat pada tabel dibawah ini 4.7 dan gambar 4.17.

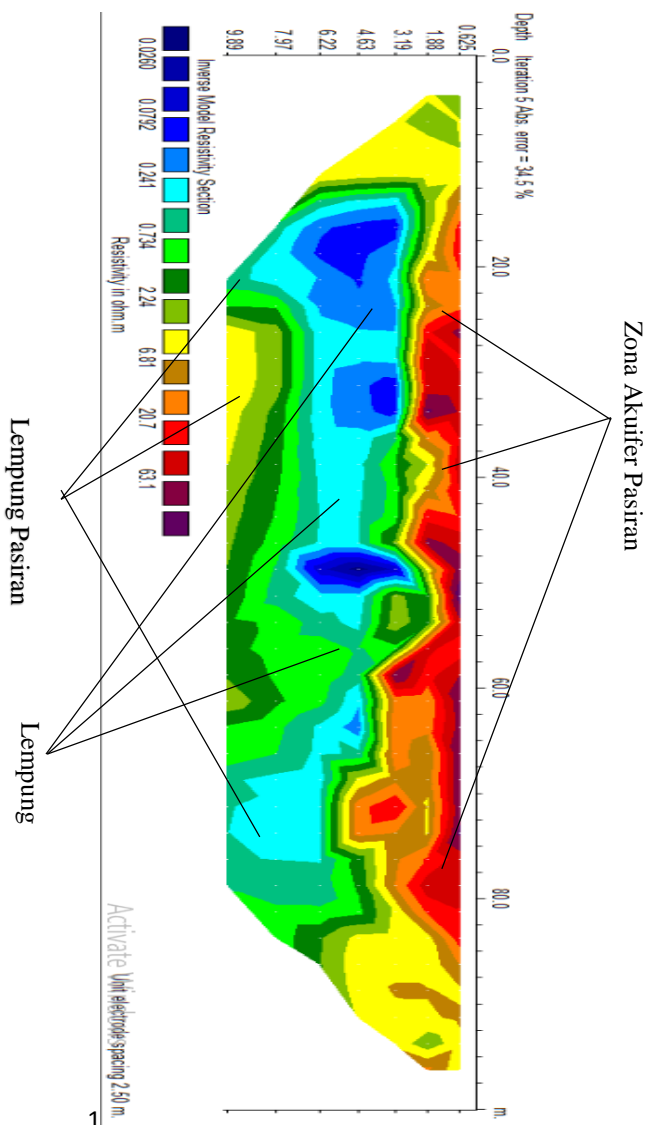


Gambar 4. 16 Lokasi Akuisisi Geolistrik Daerah Hidrodinamika ITS

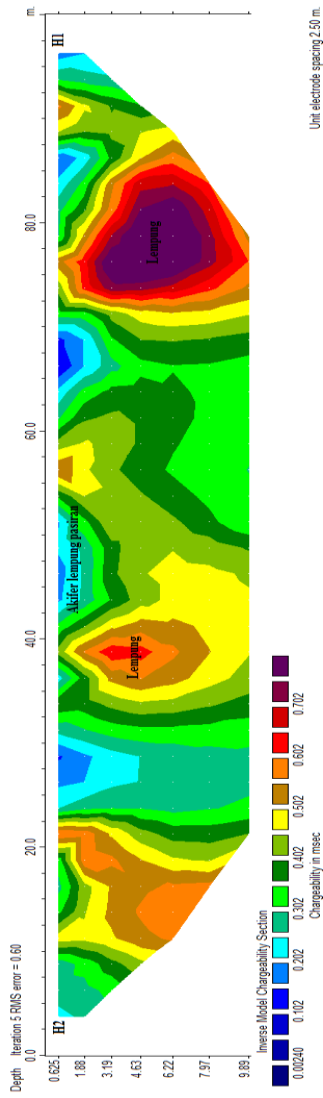
Tabel 4. 7 Interpretasi Data 3 Lokasi Hidrodinamika ITS

No	Nilai Chargeability	Nilai Resistivity	Lapisan Batuan	Kedalaman
1.	0.0418-0.302	6.81-63.1	Akifer pasir	0-2.5 meter
2.	0.562-1.08	0.026-2.24	Lempung pasir	2.5-7.5 meter
3.	1.34-1.86	2.24-6. 81	Lempung	7.5 meter- dst

Dari hasil pengolahan Resistivitas 2D dapat dilihat pada table 4.7 menunjukkan nilai yang bervariasi namun terpantau cukup rendah. Lapisan pertama mempunyai nilai resistivitas yang tinggi yaitu (6.81-63.1 ohm.m) pada kedalaman 0.6-3 meter yang ditunjukkan oleh warna merah hingga ungu. Sedangkan dengan nilai chargeabilitas dengan harga (0.0418-0.302 msec) dengan kedalaman yang sama bahwa pada lapisan ini dapat diinterpretasi sebagai akuifer yang bercampur dengan pasir. Lapisan kedua ditunjukkan dengan nilai resistivitas yang masih cukup kecil (0.026-0.734 ohm.m) sedangkan untuk nilai dari chargeabilitas juga memiliki nilai yang cukup kecil (0.302-0.822 msec) yang ditandai dengan warna biru. Untuk lapisan paling bawah yang berada pada kedalaman 8 meter yaitu diduga sebagai lapisan lempung dengan nilai resistivitas (0.734-6.81 ohm.m) dan memiliki nilai chargeabilitas rendah (0.302-0.562 msec). Dari hasil nilai resistivitas, hal ini menunjukkan adanya kemungkinan air bawah tanah merupakan air asin, karena didukung juga dari data chargeabilitas yang rendah. Hal ini juga didukung oleh data sumur dekat pada daerah pengukuran (sumur T6) yang memiliki nilai salinitas yaitu 8.52 ppt.



Gambar 4.17 Hasil Penampang Resistivitas 2D Lokasi 3 Hidrodinamika ITS



Gambar 4.18 Hasil Penampang IP Lokasi 3 Hidrodinamika ITS

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini antara lain:

1. Dari pengukuran metode Resistivitas 2D ini menghasilkan data penampang yang cukup baik dalam penelitian ini. Zona intrusi air laut dapat terlihat pada lokasi Sutorejo dengan nilai resistivitas 6.31 ohm.m. Hasil ini juga didukung dari data IP dan data sumur sekitar lokasi pengukuran.
2. Untuk daerah ITS seharusnya menunjukkan adanya zona akuifer air asin, namun nilai resistivitas pada zona yang diduga terlampau besar. Dugaan ini disebabkan karena terdapatnya asosiasi anatra akuifer dengan lempung. Namun nilai chagreabilitas telah menunjukkan hasil yang lumayan baik sebesar 0.202 msec yang berarti bahwa adanya zona akuifer air asin pada daerah tersebut.
3. Pada penelitian ini, metode resistivitas 2D sangat baik dalam identifikasi intrusi air laut. Hal ini juga didukung dari penampang IP yang menjadi.

5.2 Saran

Saran dari hasil dan kesimpulan untuk membangun hipotesa hipotesa selanjutnya antara lain:

1. Hasil dari metode Resistivitas 2D dan IP menunjukkan kemampuan yang sangat bagus dalam identifikasi intrusi air laut. Namun hal ini perlu dilakukan penelitian lanjut guna mengetahui sebaran intrusi air laut di Kota Surabaya.
2. Perlu dilakukan penelitian metode Resistivitas 3D guna mengetahui secara 3D zona intrusi air laut.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

DAFTAR PUSTAKA

- Bahri. 2005. *Hand Out Mata Kuliah Geofisika Lingkungan dengan Topik Metode Geolistrik Resistivitas*. FMIPA ITS, Surabaya.
- Griffiths, D.H. and R.D. Barker. 1993. "Two-Dimensional Resistivity Imaging and Modeling in areas of Complex Geology". *Journal of Applied Geophysics*. 29:211-226.
- Harto, Sri Br. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Haryanto, A. 2011. *Aplikasi Metode Resistivitas Menggunakan Geolistrik untuk Monitoring Intrusi Air Laut Skala Model*. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Hasibuan, Fitrikeyanti, Dkk. *Studi Intrusi Air Laut Dengan Menggunakan Metode Resistivitas Listrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger Di Kecamatan Pantai Cermin, Provinsi Sumatera Utara*. Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Medan. Medan
- Hendrayana, Dr. Heru. 2002. *Intrusi Air Asin Ke Dalam Akuifer Daratan*. Geological Engineering Dept, Faculty of Engineering, Gadjah Mada University. Jogjakarta.
- Kodoatie, J.R. 1996. *Pengantar Hidrologi*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Loke, M.H., 1999. *Res2Dinv ver 3.3 for windows 3.1, 95 and NT: Rapid 2D resistivity and IP inversion using the least-squares method*, Penang, Malaysia.
- Suhartanto, Bayu, Dkk. *Investigasi Penyebaran Intrusi Air Laut Di Kota Bengkulu Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis*. FMIPA Universitas Bengkulu, Bengkulu.

Susiyanti, Ninuk, Dkk. *Aplikasi Metode 2D Resistivitas Untuk Menyelidiki Intrusi Air Laut Di Akuifer Pantai*. Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknik Kelautan, ITS, Surabaya.

Permenkes RI. No.416/Menkes/Per/IX/1990tentang syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air yaitu Mikrobiologi, fisik, kimia, dan radioaktif

PUSLIT-KLH ITS dengan Bapedda, 1999. *Studi Sistem Jaringan ResapanAir Buatan di Kecamatan Kenjeran Kotamadya DATI II Surabaya*. Laporan Penelitian, Surabaya.

Raynold, J.M, 1997. *Introdution to Applied and Eviromental Geophysics*. John Willey and Soon Ltd.

Sangkoro, Djoko. 1979. *Teknik Sumber Daya Air*. Jakarta. Erlangga.

Sosrodarsono, S dan Takeda, S. 2003. *Hidrologi Untuk Perairan*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.

Sutrisno, Totok. 2002. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Rineka Cipta.

Salam, R. 2011. Kajian Akifer Pantai Pulau Ternate. *Jurnal Aplikasi Fisika*, 7(2): 51-55.

Telford, W.M. 1990. *Applied Geophysics : Second Edition*. Cambridge: Cambridge University Press.

LAMPIRAN

A. Foto Penelitian

Pengambilan Sampel Air Sumur

Titik M1



Titik S1



Titik S2



Titik T1



Titik T6



Titik T10



Titik T8



Titik T5



Titik N8



Titik N5



Titik N3



Titik N2



Titik N1



Titik T11



Pengukuran Geolistrik

Daerah Sutorejo



Daerah Klampis



Daerah ITS



HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BIOGRAFI PENULIS



Rizky Rahmadi Wardhana lahir di Surabaya, 17 Mei 1994 merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara pasangan Bapak Wisnu dan Ibu Endang. Penulis menempuh pendidikan di SDN Kertajaya XII/218 Surabaya (2000-2006), SMPN 17 Surabaya (2006-2009) dan SMAN 10 Surabaya (2009-2012). Penulis masuk di Jurusan Teknik Geofisika ITS melalui jalur PKM ITS (Program Kemitraan dan Mandiri ITS) pada tahun 2012 dan terdaftar dengan NRP 3712100005. Selama menempuh pendidikan S1, penulis aktif dalam beberapa oraganisasi kemahasiswaan antara lain di Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika ITS (HMTG ITS) sebagai Ketua Divisi Media dan Informasi (Medfo) periode 2014-2015, Volunteer Sie Kelengkapan SPE Petrolida (2013-2014). Apabila ingin berdiskusi lebih lanjut terkait Tugas Akhir dapat menghubungi penulis melalui rizkykopral@gmail.com.